

Anniina Aho

Infrahankkeen sähköisen seurantaraportin toteutussuunnitelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työjohto

Mestarityö

7.11.2014

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Anniina Aho Infrahankkeen sähköisen seurantaraportin toteutussuunnitelma 47 sivua + 2 liitettä 27.10.2014
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaajat	Työpäällikkö, arkkitehti Juha Halonen Lehtori Niilo Kemppainen
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty Kalliorakennus-Yhtiöt Oy:lle, joka on louhintaan ja maanalaiseen rakentamiseen erikoistunut rakennusliike. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä sähköisen seurantaraportin toteutussuunnitelma. Sähköisellä seurantaraportilla on tarkoitus tulevaisuudessa korvata paperinen päiväraportti, jota käytetään tuotannonseurannan välineenä. Lähteinä on käytetty alan kirjallisuutta ja omakohtaisia kokemuksia yrityksen toimintatavoista sekä keskusteluja yrityksen toimihenkilöiden kanssa.</p> <p>Sähköisen seurantaraportin tarkoituksena on tehostaa ja yhtenäistää tuotannonohjausta ja tuotannonhallintaa työmailla sekä helpottaa raportointia. Sähköinen järjestelmä on pyritty suunnittelemaan mahdollisimman helpokäyttöiseksi sekä päivittäisten tietojentäytön osalta vähän aikaa vieväksi. Lähtökohtana on ollut se, etteivät työnjohtajat kuormittuisi lisää sähköisen järjestelmän myötä, vaan se nimenomaan helpottaisi heidän työtään.</p> <p>Työn alkupuolella on käsitelty tuotannonsuunnitteluun ja tuotannonhallintaan liittyvää teoriaa. Työn loppuosassa on mietitty sähköisen seurantaraportin toimintaa ja siitä saatavia hyötyjä.</p> <p>Lopputuloksena työssä havaittiin, että tietokantapohjaisen sähköisen seurantajärjestelmän avulla on mahdollista tehostaa yrityksen toimintaa monella eri tavalla. Saaduista tiedoista hyötyvät sekä työmaalla toimiva henkilöstö kuin myös toimistolla toimiva henkilöstö. Sähköisen seurantaraportin avulla on mahdollista saada tuotannonohjausta hyödyntävien tietojen lisäksi muun muassa tarjouslaskentaa hyödyttävää tilastotietoa esimerkiksi työmenneistä.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä on listattu sähköisen seurantaraportin erilaisia mahdollisuuksia, joiden perusteella yrityksessä voidaan tehdä lopullinen päätös siitä, miten ja millä sisällöllä sähköinen järjestelmä toteutetaan.</p>	
Avainsanat	Infrarakentaminen, tuotannonohjaus, sähköinen seuranta

Author Title Number of Pages Date	Anniina Aho Execution Plan of Computer-Based Reporting System for Infra-structural Construction 47 pages + 2 appendices 27 October 2014
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Infrastructural Construction
Instructors	Juha Halonen, Project Manager, Architect Niilo Kemppainen, Senior Lecturer
<p>This Bachelor's Thesis was made for Kalliorakennus-Yhtiöt Oy, which is a construction company that has specialized in rock blasting, tunneling and underground building. The aim of this thesis was to make an execution plan for a computer-based reporting system to facilitate production control. The computer-based system is planned to replace the manual paper system in the future. Literature, personal experiences in the company's practices and discussions with the company's employees were used as sources in this thesis.</p> <p>The purpose of the computer-based reporting system is to unify production control and to make it more efficient and easier. The computer-based system is designed to be very easy to use and as less time consuming in daily use as possible. The main goal was to make the work of employees easier and not to increase their workload.</p> <p>The first part of this thesis contains general theory about production management and the last part contains a description of possibilities and advantages of a computer-based reporting system.</p> <p>The conclusion of the thesis is that with the computer-based reporting system it will be possible to make the company's production more efficient in many different ways. The information that the system provides will be useful to personnel both on the construction site and in the headquarters. With the assistance of the computer-based reporting system it will be possible to gain statistic information that helps, for example, in tender calculation as well as in production control. This kind of statistic information may, for example, define work hours used in different work procedures.</p> <p>This thesis contains descriptions of different possibilities that computer-based reporting system offers. Based on them, the company can make the final decision about how and with what content the system will be executed.</p>	
Keywords	Infrastructural construction, production management, computer-based reporting

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rakennushankkeen erityispiirteet	3
3	Tuotannonsuunnittelu tarjouslaskentavaiheessa	4
4	Tuotannonsuunnittelu aloitusvaiheessa	5
4.1	Riskianalyysi	7
4.2	Tehtävien resurssisuunnittelu	8
4.2.1	Työmenekin laskenta	8
4.2.2	Konetyömenekin laskenta	12
4.2.3	Materiaalimenekin perusteita	14
4.2.4	Taloudelliset resurssit	16
5	Tuotannonhallinta rakennusvaiheessa	17
5.1	Aikatauluohjaus ja -valvonta	17
5.2	Resurssiohjaus	18
5.3	Kustannusohjaus	19
5.4	Muutosten hallinta	21
5.5	Riskien hallinta	22
5.6	Projektin ohjaus ja raportointi	24
5.7	Tehtäväsuunnittelun käyttö tuotantovaiheessa	24
5.8	Tuotannon tarkkailulaskelmat	25
6	Päiväraportti seurannan välineenä	29
7	Sähköisen päiväraportin mahdollisuudet	31
7.1	Alkutiedot	32
7.2	Päiväraportin täyttäminen	32
7.3	Resurssitiedoista saatavat hyödyt	34
7.4	Kalustotiedoista saatavat hyödyt	35
7.5	Materiaalitiedoista saatavat hyödyt	36
7.6	Kustannusseuranta	36
7.7	Seurannasta saatavat tulosteet	37
7.8	Mahdollisia lisätoimintoja	38
7.8.1	Tarkastukset ja katselmukset	38
7.8.2	Häiriöt	39

7.8.3	Sääolosuhteet	39
7.8.4	Pöytäkirjat ja suunnitelmat	39
7.8.5	Aliurakoitsijoiden ilmoitukset	40
7.8.6	Karttapohjainen seuranta	40
7.9	Perustelut oman sähköisen järjestelmän kehittämiseksi	40
8	Tulokset	42
9	Yhteenveto	45
	Lähteet	47
	Liitteet	
	Liite 1. Päiväraporttipohja	
	Liite 2. Viikkoraporttipohja	

1 Johdanto

Kalliorakennus-Yhtiöt Oy on louhintaan ja maanalaiseen rakentamiseen erikoistunut rakennusliike. Yrityksen konttori sijaitsee Vantaalla, mutta projektit ja työmaat ovat sijainneet maanlaajuisesti sekä joitain myös muualla Pohjoismaissa. Kalliorakennus-Yhtiöt Oy:llä on noin 80 työntekijää. Yrityksen liikevaihto vuonna 2013 oli noin 49 miljoonaa euroa.

Kalliorakennus-Yhtiöt Oy:llä on paljon kokemusta erilaisista infrarakentamisen hankkeista, joihin lukeutuu muun muassa ratatunneleita, maanalaisia pysäköintilaitoksia, raakavesitunneleita, väestönsuojia sekä erilaisia huoltotunneleita. Näistä mainittakoon esimerkkinä Kehäradan Viinikkalan ratatunneli, Stockmann Oy:n Mannerheimintien pysäköintiluola sekä Posiva Oy:n Onkalon ajotunnelin louhinta- ja lujitustyöt. Uudiskohteiden lisäksi yrityksellä on ollut myös useita saneerauskohteita. Yrityksen päätoimialaa on louhinta, mutta viime vuosina myös rakentaminen on lisääntynyt avaimet käteen -tyyppisten projektien myötä. Tällaisista esimerkkinä voidaan mainita Paloheinän joukkoliikennetunneli.

Yrityksessä seurataan töiden päivittäistä edistymistä työmailla pidettävillä paperisilla päiväraporteilla, joita työnjohto ylläpitää. Näihin päiväraportteihin merkitään vuorokausikohtaisesti työvaiheiden toteutuneet kestot ja työvaiheesta riippuen myös esimerkiksi etenemä tai massamäärä. Tällä hetkellä paperista päiväraporttia käytetään lähinnä työmaapäiväkirjan täyttämisen apuvälineenä, litteroinnissa sekä mahdollisesti laskutuksen oikeellisuuden tarkistamiseen.

Nykyinen käytössä oleva päiväraporttipohja on peräisin ajalta, jolloin Kalliorakennus-Yhtiöt Oy oli pelkästään louhintaan erikoistunut yritys. Rakennustyöt ovat yleistyneet yrityksen toimialassa vasta viime vuosina, joten päiväraporttipohja on siltä osin vanhentunut. Tämän lisäksi lähes jokaisella työnjohtajalla on erilainen tapa täyttää raporttia.

Yritykseen haluttaisiin uusi sähköinen päiväraportti, jolloin raportin sisältämiä tietoja voitaisiin käyttää paljon laajemmalti hyödyksi esimerkiksi urakkalaskennassa ja kaluston käyttöasteseurannassa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, millainen uudesta sähköisestä päiväraportista halutaan, jotta se palvelisi mahdollisimman tehok-

kaasti useampia käyttötarkoituksia. Vaatimuksia asettaa kuitenkin se, ettei sähköisen raportin täyttämisestä saa tulla työnjohdolle liian rasittavaa. Toisin sanoen päiväraporttiin tulisi saada mahdollisimman kattavat tiedot niin, että sen täyttämiseen ei menisi kuitenkaan pidempää aikaa kuin vanhan paperisen päiväraportin täyttämiseen. Tavoitteena on saada sähköisestä päiväraportista mahdollisimman käyttäjäystävällinen sekä yksiselitteisesti täytettävä, jotta tiedot olisivat vertailukelpoisia.

Opinnäytetyössä kuvataan sähköisen päiväraportin sisältö ja toiminta sekä selvitetään, kuinka se palvelisi yrityksen toimintaa. Tavoitteena on perustella syyt siihen, miksi sähköinen päiväraporttijärjestelmä tulisi ottaa käyttöön yrityksessä.

2 Rakennushankkeen erityispiirteet

Rakennusliiketoiminta on kuin mikä tahansa muukin liiketoiminta. Sen pääasiallinen tarkoitus on tuottaa voittoa. Samoin kuin muussakin liiketoiminnassa periaatteena on myydä asiakkaalle tuote. Verrataan rakentamista vaikkapa autoteollisuuteen. Autotehtaat hinnoittelevat itse tuotteensa valmistuskustannusten perusteella. Lähtökohtaisesti autoteollisuudessa arvioidaan, kuinka paljon asiakas olisi valmis maksamaan tietynlaisesta tuotteesta. Tämän jälkeen sekä tuote että valmistusmenetelmät kehitetään vastaamaan tuotteesta saatavaa hintaa. Autoja valmistetaan jatkuvana sarjatuotantona vakiintuneissa olosuhteissa, jolloin yllättäviä kustannuksia ei yleensä synny.

Rakentamisessa asiakas määrittelee, millaisen tuotteen haluaa. Oletetaan lähtökohtana, että asiakas eli tilaaja teettää haluamansa tuotteen suunnitelmat erillisellä suunnittelutoimistolla. Yleensä suunnittelutoimisto laskee asiakkaalle, paljonko kyseisen tuotteen valmistus karkeasti maksaa. Tämän perusteella tilaaja pyytää rakennusliikkeiltä tarjoukset kyseisen tuotteen tekemisestä. Rakennusliikkeet perehtyvät suunnitelmiin ja laskevat niiden perusteella, millä hinnalla olisivat valmiita kyseisen tuotteen valmistamaan. Suurimpana erona esimerkiksi autojen valmistukseen voidaan pitää valmistuksen kertaluontoisuutta. Jokainen tuote on ainutlaatuinen, ja se valmistetaan vain kerran. Kaiken lisäksi tämä kaikki tapahtuu epävarmoissa ja muuttuvissa olosuhteissa.

Teollisesta tuotannosta poiketen rakennushankkeissa ei ole mahdollista testata tuotantomenetelmiä etukäteen. Tästä johtuen tuotantoa ja kustannuksia on seurattava jatkuvasti. Muuttuvat olosuhteet ja epävarmuustekijät on pyrittävä ennakoimaan mahdollisimman ajoissa, jotta tarvittavat korjaustoimenpiteet ehditään tehdä ajoissa. Vaikka tarjouspyyntömateriaaleissa olisi kuinka tarkat esitiedot vallitsevista olosuhteista, esimerkiksi maaperäolosuhteista ja kallion laadusta, ei todellisia olosuhteita pystytäkään aukottomasti arvioimaan, vaan ne paljastuvat vasta töiden edetessä. Näin ollen voidaankin todeta, että paras ja huolellisinkin tarjous tai kustannusarvio on vain sivistynyt arvaus.

3 Tuotannonsuunnittelu tarjouslaskentavaiheessa

Rakennushankkeen tuotannonsuunnittelu aloitetaan tarjouslaskentavaiheessa, jolloin se perustuu tarjouspyyntöaineistoon. Tarjouspyyntöasiakirjojen on tarkoitus selvittää urakoitsijalle kaikki tarvittava tieto urakkaan liittyen riittävällä tarkkuudella urakkahinnan muodostamista varten. Tarjouspyyntöasiakirjat sisältävät yleisen käytännön mukaan tarjouspyyntökirjeen, urakkaohjelman, urakkarajaliitteen, tarjouslomakkeen ja yksikköhintaluettelon, työselostuksen eli rakennusselostuksen sekä piirustukset. [1, s. 72.]

Tarjouspyyntökirje kuvailee kohdetta sekä määrittelee tarjousten jättöpaikan ja määräpäivän. Urakkaohjelmassa määritellään taloudellisia näkökohtia sekä mahdollisesti ilmoitetaan rakennusaika. Taloudellisia näkökohtia ovat muun muassa urakkamuoto sekä laskutuksen ja maksujen sitominen indeksiin. Urakkarajaliitteessä määritellään urakoitsijan velvoitteet sekä muilta mahdollisesti saatavat aputyöt. Rakennusselostuksessa kuvaillaan työvaiheen suorittaminen sekä haluttu lopputulos. Piirustuksissa esitetään rakenteet mittojen ja muotojen kera. Tarjousasiakirjojen lisäksi urakoitsijan tulee tarjouslaskennassa huomioida erilaiset normit ja standardit sekä hyvä rakentamistapa (kuva 1). [1, s. 73.]

Urakka-asiakirjat	kohdekohtaiset	yleiset
Juridis-taloudelliset	urakkaohjelma urakkarajaliite tarjous tarjouspyyntö urakkasopimus	YSE
Tekniset	työselitykset piirustukset	RYL RT-kortit normit

Kuva 1. Tarjouslaskennan asiakirjat. [1, s. 75.]

Tarjouslaskennan suoritettuaan urakoitsija ilmoittaa laskelmansa tilaajalle tarjouslomakkeella. Mikäli tilaaja hyväksyy urakoitsijan tarjouksen, ei hinnasta enää neuvotella. Tässä vaiheessa urakoitsija on käytännössä velvollinen toteuttamaan asiakkaan tilaaman tuotteen lupaamaansa hintaan. Ainoa keino vaikuttaa omiin kustannuksiin sekä työstä saatavaan katteeseen on huolellinen tehtäväsuunnittelu sekä tuotannonhallinta.

4 Tuotannonsuunnittelu aloitusvaiheessa

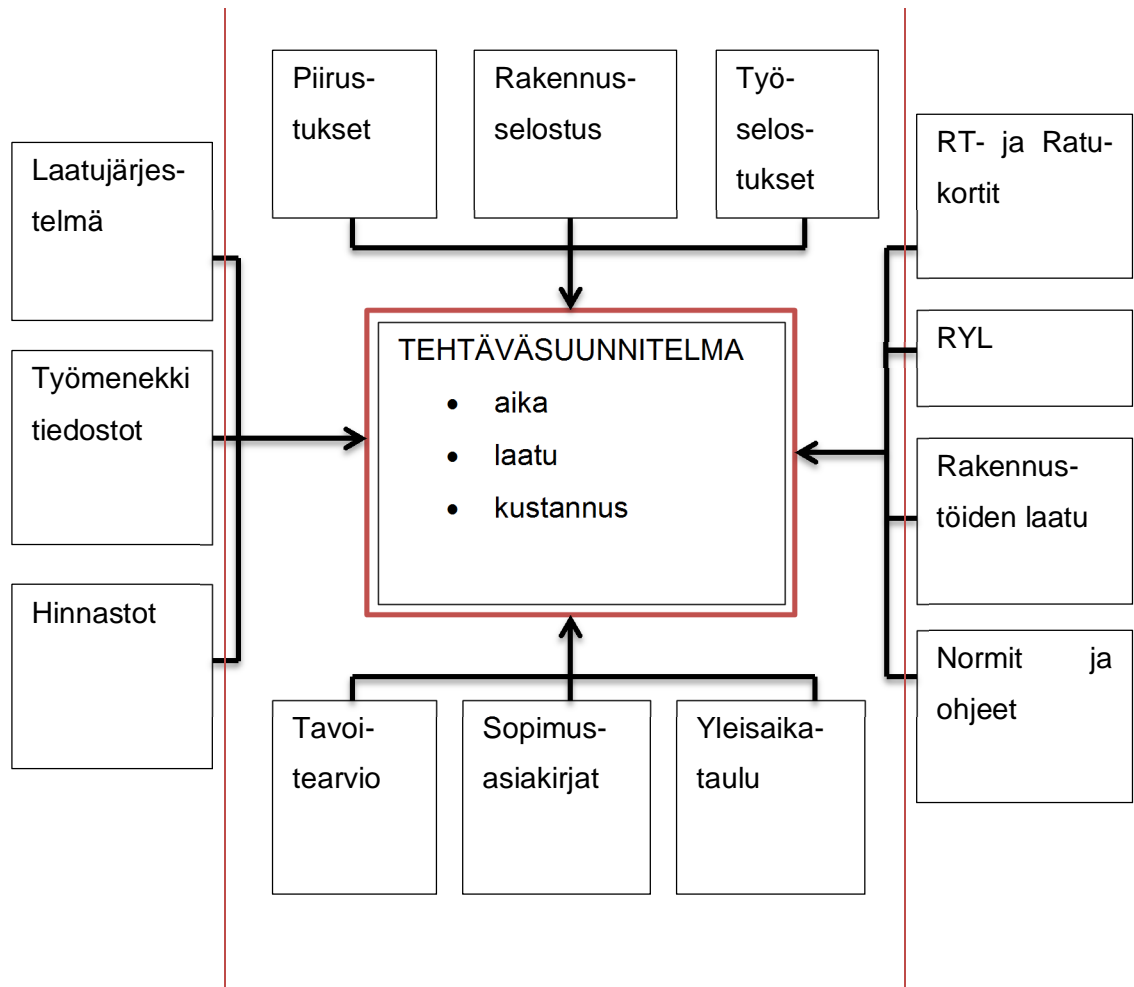
Hankkeen alkuvaiheessa tehtävät lähtökohtien määrittelyt asettavat raamit tuotannonsuunnittelulle. Lähtökohtien määrittely sisältää hankkeen läpiviemisen ja johtamisen kannalta oleellisen osan, eli projektin osittelun. Projektin osittelussa hanke jaetaan pienempiin osiin kokonaisuuden hallinnan helpottamiseksi. Jokainen osa suunnitellaan ja valvotaan erillisesti. Osittelun tarkoituksena on

- jakaa hanke selviin vastuualueisiin ja osaprojekteihin
- jakaa hankkeen aikataulut pienemmiksi osa-aikatauluiksi, joille on määritetty keskinäiset riippuvuussuhteet
- luoda edellytykset hankkeen ajalliselle ohjaukselle
- luoda kustannusohjauksen puitteet määrittämällä pienimmät seurattavat kustannuskohteet
- mahdollistaa koko hankkeen kustannusarvion, aikataulun ja tarvittavien resurssien määrittäminen
- antaa hankkeen osille hierarkkinen määrittäminen
- yhteen sovittaa hankkeen ajallinen ja taloudellinen suunnittelu ja ohjaus. [2, s. 11.]

Osittelun jälkeen tehdään hankkeen tehtäväsuunnittelu. Jokainen tehtävä suunnitellaan riittävällä tarkkuudella, jotta toteutus täyttää tehtävälle asetetut vaatimukset ja tavoitteet. Lähtötietojen perusteella muodostetaan jokaiselle tehtävälle ajalliset ja taloudelliset tavoitteet (kuva 2). Näiden lisäksi jokaisella tehtävällä on myös yksilölliset rakennetta ja sen toteuttamista koskevat laatuvaatimukset. Tässä yhteydessä tarkistetaan projektin tavoitearvion yhteydessä tehty laskentamuistio, joka sisältää

- laskennassa havaitut poikkeamat suunnitelmista tai urakkarajoista
- asiakirjoissa havaitut ristiriitaisuudet sekä laskentatapa kyseisissä kohdissa
- mahdollisuudet asiakirjoissa määriteltujen työtapojen muutoksiin. [3, s. 9.]

Tehtäväsuunnittelussa pyritään muodostamaan jokaiselle tehtävälle kustannustavoitteet sekä tarkistetaan tarjouslaskentavaiheessa tehdyt laskelmat. Tehtäville jaetaan myös yleisaikatauluun perustuvat aikataavoitteet riippuvuuksineen.



Kuva 2. Tehtäväsuunnittelun lähtötiedot [3, s. 9].

Yllä olevassa kaaviossa (kuva 2) näkyy, kuinka suunnittelun lähtötiedot tarkentuvat. Tiedot voidaan jaotella vasemmalla oleviin yrityskohtaisiin tietoihin ja menettelyihin, keskellä oleviin hankekohtaisiin tietoihin ja menettelyihin sekä oikealla oleviin yleisiin tietoihin ja menettelyihin.

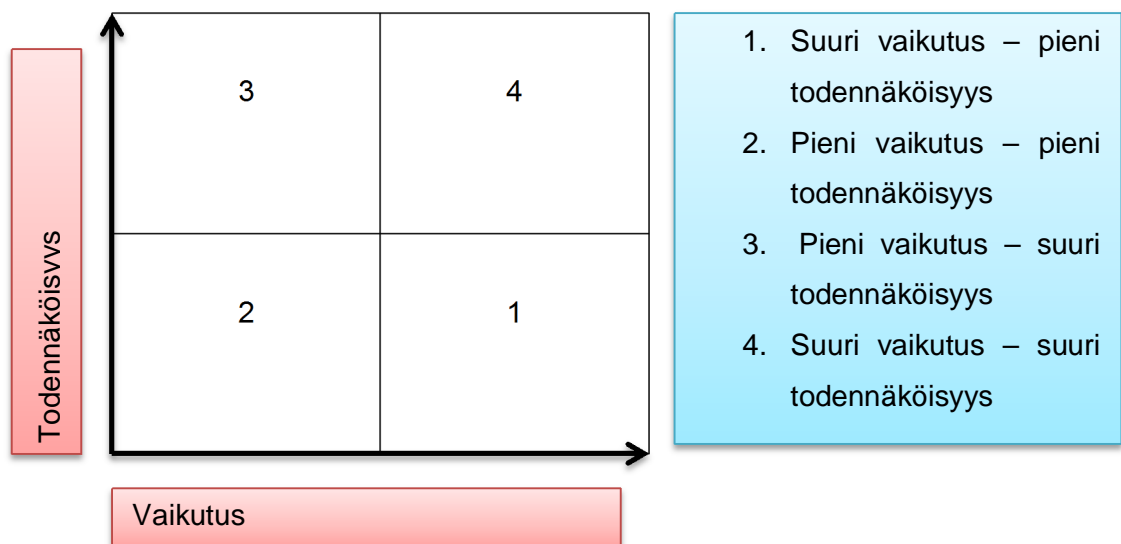
Tehtäväkohtaiset laatuvaatimukset kootaan kaikista lähtötietoryhmistä. Niihin vaikuttavat niin hankekohtaiset vaatimukset, yleiset laatuvaatimukset kuin yrityksen omat laatujärjestelmän vaatimukset.

Tehtäväsuunnittelun yhteydessä tulee varmistaa myös tarvittavien koneiden, laitteiden sekä mahdollisen erityiskaluston saatavuus. Hankkeessa tarvittavat materiaalit ja tarvikkeet luetteloidaan tehtäväkohtaisesti ja myös niiden saatavuus tarkistetaan. Tehtäväsuunnittelun yhteydessä kartoitetaan jokaista tehtävää mahdollisesti uhkaavat riskit, jotka voivat vaikuttaa sekä aikaan, laatuun että kustannuksiin.

4.1 Riskianalyysi

Tehtäväsuunnittelun riskianalyysissä on huomioitava hankkeen ja kohteen erityispiirteet ja ominaisuudet. Riskianalyysissä pyritään kartoittamaan kaikki mahdolliset vastoinkäymiset tehtävän toteuttamisen suhteen. Monia mahdollisia ongelmia voidaan ennakoida jo varhain, jolloin niihin voidaan myös varautua ajoissa. Ongelmat voivat liittyä sekä kustannuksiin, aikatauluun että laatuun. Kokemus samankaltaisista hankkeista auttaa projektinjohtoa tunnistamaan mahdollisia riskejä.

Riskikartoituksessa riskit pyritään sijoittamaan riskimatriisiin sekä vaikutuksen että todennäköisyyden mukaan (kuva 3).



Kuva 3. Riskimatriisi [2, s. 77].

Tunnistetut riskit sijoitetaan riskimatriisiin sen vaikutuksen ja todennäköisyyden mukaan. Ruutuun neljä sijoittuvat riskit on pyrittävä estämään kaikin tavoin etukäteen, sillä ne ovat sekä vaikutukseltaan että todennäköisyydeltään suuria. Ruuduissa yksi ja kolme olevat riskit pyritään niin ikään estämään etukäteen, sillä ne ovat joko vaikutukseltaan tai todennäköisyydeltään suuria. Ruutuun kaksi sijoittuvat riskit ovat sekä todennäköisyydeltään että vaikutukseltaan pieniä, joten ne eivät aiheuta suurta uhkaa hankkeen toteutukselle. Riskianalyysin lopputuloksena päätetään, mitä riskejä torjutaan, mitä riskejä siirretään ja mitkä jätetään huomioimatta [2, s. 77].

4.2 Tehtävien resurssisuunnittelu

Jokaiselle yksittäiselle tehtävälle on laskettu työn tekemiseen tarvittavat resurssit, jotka voidaan jakaa seuraaviin pääluokkiin:

- raha
- henkilöt
- koneet ja laitteet
- materiaalit [4, s. 146].

Resurssisuunnittelun alussa listataan yksittäisten tehtävien suunnitellut kestot yleisai-kataulun perusteella, josta saadaan tehtäville aloitus- ja lopetusajankohdat. Resurssit määritellään tehtävän keston sekä työmäärän mukaan seuraavalla kaavalla:

$$kesto = työmäärä \div resurssimäärä$$

Tehtävän kestoa laskettaessa täytyy huomioida, että yllä olevasta kaavasta saatava vastaus on tehtävän tehollinen kesto, joka on muutettava vastaamaan kalenterikestoa, eli todellista kestoa. Kalenterikestossa on huomioitu kalenterin mukaiset vapaapäivät [4, s. 148].

4.2.1 Työmenekin laskenta

Työmenekki kuvaa yksittäisen tehtävän tai suoritteen työpanostarvetta. Tällä tarkoitetaan työntekijän tarvitsemaan aikaa yhden suoritteen aikaansaamiseksi [1, s. 91]. Ennen työmenekin laskemista on kaikki tehtävät jaettu erillisiin työpanoksiin, joille on määritelty tarvittavat yksiköt. Esimerkkinä voidaan käyttää vaikkapa ruiskubetonointia, jossa voidaan valita käytettäväksi yksiköksi kuutiometrit. Määrät on saatu hankekohtaisista suunnitelmista, joista ilmenee ruiskubetonoitava pinta-ala sekä suunnitelmien mukainen kerrosvahvuus valmiille rakenteelle. Näin ollen on perusteltua käyttää yksikönä kuutiometrejä.

Työmenekin laskenta perustuu kuvan 4 mukaiseen ajankäytön jaotteluun, jossa huomioidaan työntekijän ajankäyttöä mahdollisimman tarkkaan. Varsinaisen työn suorittamisen lisäksi huomioidaan myös muut todennäköiset tekijät.

Perusaika T1	Menetelmän lisäaika TL 1	Työvuoron lisäaika TL 2 (pienhäiriöt)	Työvaiheen lisäaika TL 3 (suurhäiriöt)	Pienet erilliset työvaiheet T3p
Menetelmäaika T 2				
Työvuoroaika T 3		Työnsuunnittelu		
Työvaiheaika T 4				
Kustannusarviolaskenta				

Kuva 4. Ajankäytön jako työmenekin laskennassa [1, s. 91].

- T 1 Perusaika, joka on työhön käytetty aika.
- TL 1 Menetelmän lisäaika, joka riippuu valitusta työmenetelmästä.
- T 2 Menetelmäaika, eli valitulla työmenetelmällä varsinaiseen työhön käytetty aika, joka on perusajan ja menetelmän lisäajan summa.
- TL 2 Työvuoron lisäaika eli pienhäiriöt, jotka muodostuvat alle tunnin mittaisista tuotantokatkoksista ja työehtosopimusten mukaisista tauoista.
- T 3 Työvuoroaika, joka muodostuu menetelmäajasta sekä työvuoron lisäajasta. Työvuoroaika tarkoittaa varsinaista työaikaa ilman häiriöitä, ja sitä käytetään tuotannonsuunnittelun aikataulujen laadinnassa perustietona.
- TL 3 Työvaiheen lisäaika, eli suurhäiriöt, jotka ovat työvaiheen aikana tapahtuvia yli tunnin mittaisia keskeytyksiä ja odotustyötä.
- T 3p Pienet erilliset työvaiheet, jotka ovat lyhytaikaisia, välttämättömiä työvaiheita varsinaisen työvaiheen aikaansaamiseksi.
- T 4 Työvaiheaika eli kokonaisaika, joka kohdistetaan työn tekemiseen ja jota käytetään kustannusten arvioinnissa. [1, s. 91—92.]

Edellisen kaavion mukaisesti työvuoroaika on työsuunnittelun ja aikataulutuksen tavoiteaika. Työvaiheaikaa sen sijaan käytetään työvaiheen kokonaisaikana kustannusarviolaskennassa. Työsaavutuksella tarkoitetaan saavutettua työmäärää suhteessa aikayksikköön, esimerkiksi m³/h. [1, s. 92.]

Seuraavassa on selitetty tarkemmin kuvan 4 käsitteitä ja niiden käyttöä:

Työmenekillä tarkoitetaan aikaa, joka työntekijällä, työryhmällä tai koneella kuluu yhden suoriteyksikön aikaansaamiseen. Jos työmenekki halutaan laskea useamman henkilön työryhmälle, se saadaan laskemalla työryhmän muodostavien työntekijöiden työmenekit yhteen. Työmenekki lasketaan seuraavalla kaavalla [5, s. 9]:

$$\text{työmenekki} \left[\frac{tth}{yks} \right] = \frac{\text{työntekijätuntia}}{\text{suoritemäärä}}$$

$$\text{työryhmän työmenekki} \left[\frac{tth}{yks} \right] = \sum(\text{työntekijöiden työmenekki})$$

Työmenekit voidaan ottaa joko suoraan eri ylläpitäjien taulukoista tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää yrityskohtaisia tilastoja. Jälkimmäinen vaihtoehto antaa varmemman tuloksen etenkin, jos kyseessä on erikoistyö. Talonrakennustöistä löytyy kattavat tilastot ja taulukot erilaisista työmenekeistä, mutta infrarakentamisessa tilastoja löytyy lähinnä konesuorituksista. Tosin talonrakennuksen taulukoita ja tilastoja voidaan hyödyntää myös infrarakentamisessa hieman soveltaen.

Työsaavutus on työryhmän aikayksikössä tehtyjen suoritteiden määrä, joka saadaan laskemalla kaavalla [5, s. 9]:

$$\text{työsaavutus} \left[\frac{yks}{h} \right] = \frac{1}{\text{työmenekki} \left[\frac{tth}{yks} \right]}$$

$$\text{työryhmän työsaavutus} \left[\frac{yks}{h} \right] = \frac{\text{työryhmä} \times 8 \text{ tth/tv}}{\text{työmenekki} \left[\frac{tth}{yks} \right]}$$

Näin ollen työryhmän työsaavutus yhden tunnin aikana saadaan jakamalla työsaavutus työvuoron tunneilla. Esimerkiksi, jos työryhmän työsaavutus työvuoron aikana on 44 m² / tv, jaetaan se työvuoron tunneilla, eli 8 h/tv, saadaan tulokseksi 5,5 m²/h. [5, s. 9.]

Kokonaistyömenekki saadaan kertomalla suoritteen määrä työmenekillä [5, s. 9]:

$$\text{kokonaistyömenekki } [tth] = \text{määrä } [yks] \times \text{työmenekki } \left[\frac{tth}{yks} \right]$$

Kokonaismenekki kuvaa työsuoritteen kestoa työntekijätunteina. Työn kesto tunteina voidaan laskea seuraavalla kaavalla kokonaismenekin avulla [5, s. 9]:

$$\text{työn kesto } [h] = \frac{\text{kokonaistyömenekki } [tth]}{\text{työryhmä}}$$

Työn kesto työvuoroina saadaan laskettua alla olevan kaavan avulla [5, s. 9]:

$$\text{työn kesto } [tv] = \frac{\text{kokonaistyömenekki } [tth]}{\text{työryhmä} \times 8 \left[\frac{h}{tv} \right]}$$

Edellisten kaavojen avulla voidaan laskea työntekijäresurssit kullekin tehtävälle määrin, työtehoihin ja aikaan perustuen. Laskukaavoihin on mahdollista lisätä myös tarkentavia kertoimia esimerkiksi olosuhteiden, työtekniikan tai materiaalien mukaan. Tällaisia kertoimia löytyy muun muassa Ratu-tiedostoista, jotka koskevat lähinnä rakennustöitä.

4.2.2 Konetyömenekin laskenta

Rakennustöissä käytettävien työkonoiden työsaavutusta kuvataan koneen kapasiteetilla, joka tarkoittaa koneen työmäärää aikayksikköä kohti. Konetyön työsaavutukset voidaan jakaa sisällöllisesti erilaisiin tasoihin (kuva 5) samoin tavoin kuin edellisen luvun työmenekit.

Peruskapasiteetti K 1			
Menetelmäkapasiteetti K 2 = a 1 x K 1			K 1 – K 2
Käyttökapasiteetti K 3 = a 2 x K 2		K 2 – K 3	
Työvaihekapasiteetti K 4 = a 3 x K 3	K 3 – K 4		

Kuva 5. Konetyön kapasiteetit [1, s. 94.]

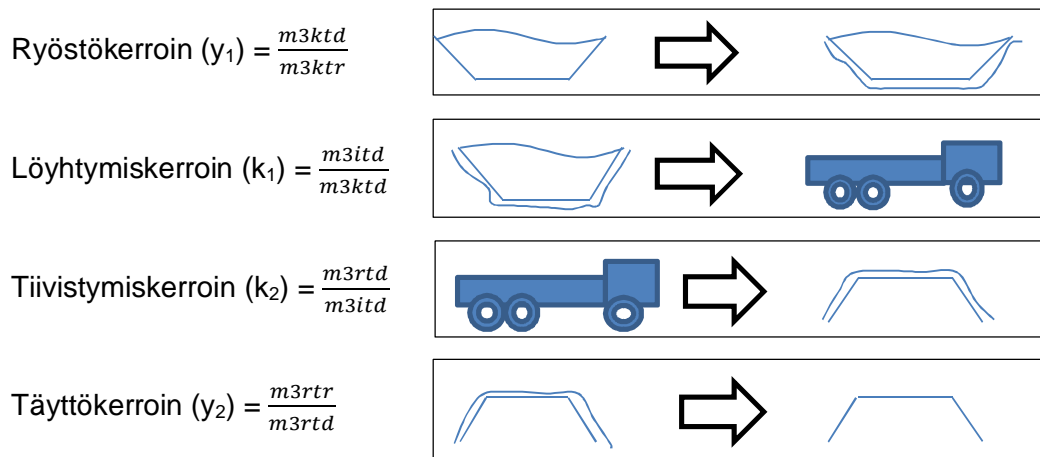
- K 1 Peruskapasiteetti on käytetty työmäärä jaettuna perusajalla.
- K 2 Menetelmäkapasiteetti on käytetty työmäärä jaettuna menetelmäajalla.
- K 3 Käyttökapasiteetti eli työvuorokapasiteetti on käytetty työmäärä jaettuna työvuoroajalla.
- K 4 Työvaihekapasiteetti on käytetty aika jaettuna työvaiheajalla. [1, s. 93.]

Koneiden tekninen vertailu tehdään peruskapasiteetin perusteella. Konetyön tahdistuslaskelmat sekä koneiden ja työvälineiden vertailu tehdään menetelmäkapasiteetin perusteella. Tavoitearvio sekä alustava aikataulu laaditaan työvuorokapasiteetin avulla. Kustannusarvion laadintaan ja tuotantonopeuden suunnitteluun käytetään työvaihekapasiteettia. [1, s. 94.]

Kapasiteettien laskennassa, kuten muissakin massoihin liittyvissä laskelmissa, tulee huomioida tilavuuskäsitteet ja massakertoimet. Seuraavassa luettelossa on esitetty tilavuuskäsitteiden lyhenteet:

m3ktr	Teoreettinen kiintotilavuus, joka on maan tai kallion teoreettinen tilavuus luonnontilassa suunnitelmien mukaisten teoreettisten mittojen mukaan laskettuna. Teoreettinen kiintotilavuus lasketaan yleensä suunnitelmapiirustusten mukaan.
m3ktd	Todellinen kiintotilavuus on luonnontilaisen maan tai kallion tilavuus todellisten työssä toteutuneiden mittojen mukaan laskettuna tai mitattuna. Todellinen kiintotilavuus perustuu työn tekemisen jälkeen tehtyihin maastomittauksiin.
m3itd	Todellinen irtotilavuus on laskettu maa- tai kiviaineksen todellinen tilavuus jossakin tietyssä käsittelyvaiheessa, joka on yleisimmin todellinen tilavuus ajoneuvon lavalla. Todellista irtotilavuutta käytetään pääsääntöisesti K 3-kapasiteetin laskemisessa, esimerkiksi kaivinkoneen kuormaustehon kuvausta aikayksikköä kohti (m3itd/h).
m3rtd	Todellinen rakennetilavuus, joka tarkoittaa materiaalin tilavuutta rakenteessa todellisten työssä toteutuneiden mittojen mukaan mitattuna. Todellinen rakennetilavuus mitataan työn tekemisen jälkeen perustuen maastomittaustietoihin.
m3rtr	Teoreettinen rakennetilavuus, joka on maa- tai kiviaineksen tilavuus rakenteessa laskettuna teoreettisten poikkileikkausten mukaan. Teoreettinen rakennetilavuus lasketaan yleensä suunnitelmapiirustusten mukaan. [1, s. 94; 6, s. 167—168.]

Muunnoslaskelmia tilavuuskäsitteiden välillä tehdään massakertoimien avulla. Massakertoimet kuvaavat riippuvuuksia eri tilavuuksien välillä (kuva 6) [1, s. 95; 6, s. 168—169]. Massakertoimet perustuvat materiaaliominaisuuksiin. Maalajikohtaisia massakertoimia on saatavilla esimerkiksi Ratu-kortistosta.



Kuva 6. Tilavuuskäsitteet ja massakertoimet [1, s. 95; 6, s. 168].

Konetyön K 3 -kapasiteetteja laskettaessa yksikkönä on todellinen irtotilavuus aikayksikköä kohti ($m3itd/h$). Alkuvaiheessa lähtötietona on suunniteltu rakenne eli kiintoteoreettinen määrä. Näin ollen kaluston mitoittamiseen tarvitaan kertoimia y_1 sekä k_1 , jotta saadaan todellinen materiaalmäärä leikkauksesta auton lavalle.

4.2.3 Materiaalimenekin perusteita

Rakentamisessa käytettävät materiaalit voidaan jaotella kolmeen ryhmään hinnoittelua, hankintasuunnittelua ja seuranta varten. Materiaalit voidaan jakaa seuraavasti:

- Päärakennusaineet, joilla tarkoitetaan rakennukseen kiinteästi asennettavia materiaaleja, jotka sisältyvät yleensä hinnoittelussa suoriteyksikköä varten tehtyihin erillislaskelmiin.
- Lisäaineet, joilla tarkoitetaan rakennukseen pysyvästi kiinnitettäviä materiaaleja, mutta jotka kuitenkin lukeutuvat kustannusarviossa omiin ryhmiinsä, esimerkiksi käyttöaineet ja tarvikkeet. Tällaisia ovat esimerkiksi naulat ja sidelangat.
- Apuaineet, joilla tarkoitetaan materiaaleja, jotka eivät kiinnity pysyvästi rakennukseen, esimerkiksi muottitavara. Apuaineet voivat sisältyä joko suoriteyksikköä koskeviin laskelmiin, kuten muottitarvikkeet, tai ne voivat olla myös omina ryhminään, kuten ulkotelineet. Apuaineissa tulee olla selvillä menekit sekä tuotannolliset käyttökerrat. [1, s. 92.]

Materiaalien käytön tehostamisen kannalta sekä valvonnan mahdollistamiseksi materiaaleille on olemassa eri käyttötarkoituksia. Materiaaleista voidaan erotella samoin tavoin erilaisia menekkikäsitteitä kuin työmenekistä ja konemenekistäkin (kuva7).

Työmaamenekki		M5	Kustannusarviolaskenta	
Työvaihemenekki		M4	Hankinnat	Työmaalisä ML4
Menetelmämenekki		M3	Työvaihelisä ML 3	
(Rakenne) Teoreettinen me- nenkki M2	Menetelmälisä ML2			
			Kokonaishukka	

Kuva 7. Materiaalimenekin käsitteet [1, s. 93].

- M 2 Teoreettinen menekki, joka saadaan mittaamalla ainemäärät suunnitelma-asiakirjoista.
- ML 2 Menetelmälisä on menetelmämenekin ja teoreettisen menekin välinen erotus, joka kuvaa työskentelystä aiheutuvaa välttämätöntä materiaalin lisätarvetta jossakin tietyssä työkohteessa tai työvaiheessa.
- M 3 Menetelmämenekki osoittaa valmistusdimensiot huomioivaa tavoitteellista ja kohtuullista materiaalimenekkiä, jolla suunniteltu työ tai rakenne voidaan valitulla menetelmällä toteuttaa.
- ML 3 Työvaihelisä on työvaihemenekin ja menetelmämenekin erotus, joka sisältää materiaalin valmistusdimensioista, sopimattomista työtavoista, materiaalin laadun vaihteluista sekä tuhlaavasta käytöstä aiheutuvat menekin lisäykset.
- M 4 Työvaihemenekki, joka tarkoittaa työvaiheeseen käytetyn materiaalin kokonaismenekkiä silloin, kun työ on kertaalleen tehty.
- ML 4 Työmaalisä pitää sisällään niin sanotut inhimilliset tekijät, kuten materiaalien tuhoutumisesta, katoamisesta sekä työn uudelleen tekemisestä aiheutuvat lisät, jotka johtuvat muun muassa huolimattomuudesta.

M 5 Työmaamenekki tarkoittaa kokonaismateriaalimäärää, joka työkohteessa on käytetty ja joka voidaan kyseiseen työhön kohdistaa. [1, s. 92—93.]

Kokonaishukka saadaan laskemalla yhteen työvaihelisä (ML 3) sekä työmaalisä (ML 4). Huolellisella varastoinnilla sekä työtapseurannalla saadaan pienennettyä oleellisesti kokonaishukan määrää.

4.2.4 Taloudelliset resurssit

Hankkeen taloudelliset resurssit perustuvat kustannuslaskennan määrälaskentaan, jonka lopputuloksena kaikki erilliset rakennusosat on hinnoiteltu niiden sisällön mukaan. Määrälaskenta kustannusarviota varten tehdään yleensä InfraRYL-määrälaskentaohjeen mukaisesti. [1, s. 42—43.]

Rakennusosakohtaiset taloudelliset resurssit saadaan siis koottua kunkin osan kokonaissisällöstä, jonka muodostaa materiaaliressurit, kalustoresurssit sekä työmenekki, eli henkilöressurit. Taloudellisia resursseja voidaan siis seurata työn edistyessä seuraamalla käytettyä materiaalimäärää, käytettyjä henkilötyötunteja sekä käytettyä kalustomäärää. [1, s. 42—46]

5 Tuotannonhallinta rakennusvaiheessa

Infrahankkeen suurpiirteisistä ja monin tavoin epävarmoista lähtötiedoista johtuen voidaan todeta tuotannonhallinnan perustuvan lähinnä hyvään kykyyn hallita muutoksia. Alkuvaiheen lähtötiedot tarkentuvat projektin edetessä hitaasti, sillä varma tieto saadaan vasta todellisten olosuhteiden perusteella, jotka paljastuvat koko hankkeen ajan töiden edetessä. Tuotannonhallinnassa riskien toteutuminen aiheutuu useimmiten siitä, ettei niihin ole joko osattu, huomattu tai ehditty puuttua tilanteen korjaamisen kannalta riittävän ajoissa. [2, s. 74—75.]

Tuotannonohjauksen seurannassa voidaan käyttää apuna seuraavia mittareita:

- Työaika, jonka avulla voidaan arvioida ja seurata tehtävään käytettyä aikaa, työkustannuksia sekä toteutunutta työaikaa suhteessa arvioituun työaikaan.
- Kustannukset, joita seurataan muun muassa käytettyjen materiaalien, ulkoisten laskujen ja laitekustannusten perusteella.
- Määrät, jotka voivat olla esimerkiksi kappalemääriä, massamääriä, yksiköitä tai alueita. [4, s. 138.]

5.1 Aikatauluohjaus ja -valvonta

Yleensä töiden edetessä suunnitelmat muuttuvat johtuen joko olosuhteista, tilaajan haluamista muutoksista tai yllättävistä tilanteista. Alkuperäisistä suunnitelmista riippumatta resurssien saatavuus voi muuttua tai kestoarvioissa voi olla vaihteluita. Kaikista pienistä epävarmuustekijöistä johtuen projektin edistymistä tulee seurata säännöllisesti. Mikäli seuranta ei tehdä riittävän usein, on aikataulullista edistymistä mahdoton seurata. Ajallisella valvonnalla pyritään tunnistamaan kohdat, joissa ongelmia alkaa muodostua. [4, s. 135.]

Mikäli valvonnan kautta havaitaan muutoksia, niiden syyt ja vaikutukset pyritään selvittämään perusteellisesti. Syiden ja vaikutusten selvittyä tehdään tarvittavat korjaukset ja muutokset suunnitelmiin siten, että asetetut tavoitteet saavutetaan. Yhdessäkin tehtävässä tapahtuva muutos voi aiheuttaa muutoksia myös monen muun tehtävän ajoitukseen etenkin, jos tehtävillä on keskinäinen riippuvuussuhde. [4, s. 135.]

Aikatauluseurantaa tehdään päivittämällä aikataulua jatkuvasti töiden edetessä. Ajantasaisen aikataulun ylläpitämisessä on yleensä seuraavat vaiheet:

- Kerätään tehtäväkohtaiset edistymistiedot.
- Päivitetään aikataulu edistymisen mukaan.
- Tunnistetaan ilmenevät poikkeamat.
- Tehdään päätökset ja korjaavat toimenpiteet. [4, s. 135.]

Tehtäväkohtaisten tietojen keruussa on olennaista selvittää, mitkä tehtävät ovat valmiita ja mitkä ovat keskeneräisiä. Keskeneräisten tehtävien osalta tulee selvittää jäljellä oleva kesto aika. [4, s. 136.]

Tehtävien edistymisen arviointia helpottaa huomattavasti se, että tehtävät on alusta alkaen pilkottu riittävän selkeisiin ja pieniin osiin, jotta niiden valmiuden arvioiminen on mahdollisimman yksiselitteistä. On tärkeää muistaa, että tehtyjä tuntimääriä ei saa käyttää tehtävän valmiuden mittaamiseen, sillä tuntimäärä ei kerro mitään tehtävän todellisesta valmiusasteesta. Tehdyistä tunteista saadaan mitattua vain tehtäväkohtaisia työtehoja ja kustannuksia, ei varsinaista edistymistä. [4, s. 135—139.]

5.2 Resurssiohjaus

Hyvin usein aikataulujen pettämisen syy on se, ettei resurssilaskentaa ole tehty riittävän tarkasti tai riittäviä resurssimääriä ei ole käytettävissä. Yleensä syynä on myös molemmat vaihtoehdot yhdessä, jolloin toinen on suoraa seurausta toisesta. Mikäli resurssit on arvioitu pahasti väärin, on lisäresurssien saanti nopeasti usein lähes mahdotonta. Erittäin huono tilanne on, jos siihen liittyy vielä suurpiirteinen seuranta, eikä ongelmaa huomata ajoissa. Resurssipula heijastuu yleensä jatkuvana kiireenä, ylitöinä ja myöhästelyinä. Kaikista näistä aiheutuu hankkeelle lisäkustannuksia. [4, s. 143—144.]

Suunnitteluvaiheessa tehtyä resurssisuunnitelmaa pyritään noudattamaan ja sen toteutumista seurataan työmaalla jatkuvasti. Resurssiseuranta on vähintäänkin yhtä tärkeää kuin aikatauluseuranta, sillä resurssien riittävyys määrää pitkälti työtahdin ja aikataulussa pysymisen.

Resurssisuunnittelun ja -ohjauksen tavoitteena on seuraavaa:

- Aikataulun mukaisesti arvioitujen resurssien saatavuuden varmistaminen niin, että niitä on käytettävissä oikeaan aikaan oikea määrä, jolloin mahdollistetaan aikataulun toteutuminen.
- Optimoidaan avainresurssien käyttö niin, että kuormitus saataisiin mahdollisimman tasaiseksi ja jatkuvaksi.
- Resurssikustannusten optimointi siten, että vältetään turhat resurssikustannukset.
- Yritystason kokonaishallinta, jolla pyritään sovittamaan henkilöstökapasiteetti vastaamaan projektien tarvetta. Pyritään priorisoimaan projektit resurssien mukaisesti sekä mitoitetaan projektien aikataulut resurssien mukaisesti. [4, s. 144—145.]

Resurssiohjauksessa on oleellista seurata tehtäväkohtaisesti työryhmien työtehoa, joka määrittää tehtävien valmistumisen ajankohdan. Mikäli työteho ei riitä tehtävän valmistumiseen aikataulussa, on tilanteeseen puututtava välittömästi joko lisäämällä resursseja tai etsimällä ratkaisua esimerkiksi työtavoista.

5.3 Kustannusohjaus

Jokainen projekti on itsenäinen hanke, jonka taloudellisten tavoitteiden toteutuminen selviää jälkilaskennan kautta vasta projektin valmistuttua. Tästä johtuen projektin tuotto alkaa vasta projektin valmistuttua. Projektista ei kuitenkaan voida saada tuottavaa ilman jatkuvaa työnaikaista kustannusohjausta, jonka tavoitteena on taloudellisesti edullinen projektin toteutus. Kustannusohjaukseen sisältyy seuraavat vaiheet:

- kustannusarvio
- hankkeen budjetointi
- aikataulun ja kustannusten optimointi
- kassavirtalaskelma
- kustannusraportointi
- ohjauspäätökset
- jälkilaskenta. [4, s. 162.]

Kustannusvalvonnassa pyritään seuraamaan kustannuksia mahdollisimman ennakkoivasti, jotta korjaaville toimenpiteille jää tarvittaessa riittävästi aikaa. Tähän päästään seuraamalla aktiivisesti sidottuja kustannuksia, jotka ovat tiedossa sillä hetkellä, kun niistä on tehty päätös. Kustannusvalvonnan tulee siis olla ennakoivaa ja sen tulosten tulee ohjata toimenpiteisiin, jotteivät kulut pääse karkaamaan tavoitteista. [4, s. 161—163.]

Kustannusvalvonnan kautta pyritään saamaan informaatiota, joka

- antaa mahdollisimman tarkan kuvan työn todellisesta edistymisestä
- liittää toisiinsa hankkeen taloudellisen ja ajallisen edistymisen
- korostaa päätapahtumia
- antaa mahdollisuuden yhteenvetoihin johtamisen eri tasoilla
- auttaa tunnistamaan mahdolliset ongelmakohdat
- ennakoi tulevaa kustannuskehitystä. [4, s. 163.]

Suurin osa projektin kustannuksista määräytyy jo projektin suunnitteluvaiheessa, joten kustannusohjauksen tulee alkaa projektin alkuvaiheista lähtien. Karkeasti arvioituna suunnitteluvaiheessa päätetään sitovasti 60—80 % kokonaiskustannuksista, jolloin toteutusvaiheessa voidaan vaikuttaa vain noin 30 prosenttiin kustannuksista. [4, s. 163—164.]

Kustannusseurantaa voidaan tehdä erittelemällä kulut esimerkiksi seuraaviin kustannuslajeihin:

- materiaalikustannukset
- ostot
- tuntipalkat
- kuukausipalkat
- pääomakustannukset. [4, s. 169.]

Kustannukset voidaan jakaa myös tehtäväkohtaisiin kustannuksiin, jotka voidaan selvästi kohdentaa tietyille tehtävälle, esimerkiksi materiaalikustannukset ja työkustannuk-

set. Lisäksi on olemassa työmaan yleiskustannukset, joita ei voida kohdistaa tietyille tehtävälle. Tällaisia ovat esimerkiksi vuokrat ja hallinnolliset kustannukset. [4, s. 169.]

5.4 Muutosten hallinta

Kaikissa rakennushankkeissa tapahtuu yleensä muutoksia. Tällaisia muutoksia kutsutaan muutostöiksi tai lisätöiksi yksityiskohdista riippuen. Lisätyöllä tarkoitetaan työtä, joka ei alun perin ole kuulunut urakkaan, mutta jonka tilaaja hankkeen edetessä haluaa urakoitsijalta tilata. Muutostyöllä tarkoitetaan urakkaan kuuluvaa työtä, joka suunnitelmien muutoksen kautta muuttuu alkuperäisestä. Muutostyöt aiheuttavat hankkeen osapuolille sekä taloudellisia että ajallisia seuraamuksia. Muutoksesta riippuen urakoitsijan taloudelliset seuraamukset voivat olla joko aiottua pienemmät tai suuremmat kustannukset. Kustannuksista riippuen urakoitsija tekee työtä koskien tilaajalle joko hyvityksen tai veloituksen. Muutoksista seuraa väistämättä myös aikataulullisia seuraamuksia, eli hankkeen keston muutos. Yleensä muutokset pidentävät kestoja, jolloin urakoitsija on oikeutettu saamaan lisäaikaa työn toteuttamiselle. [7, s. 179; 4, s. 197—198.]

Muutostyöt johtuvat useimmiten siitä, että hanke on aloitettu suunnitelmien ollessa vielä keskeneräisiä. Pitkäkestoisissa hankkeissa muutokset voivat johtua myös alkuperäisten suunnitelmien mukaisen tekniikan vanhenemisesta, laatuun liittyvien vaatimusten lisääntymisestä, tilantarpeen tai käyttötarkoituksen muuttumisesta tai lainsäädännön muuttumisesta. Aloitteen muutostyöstä voi tehdä joko tilaaja, käyttäjä, rakennuttaja, suunnittelija, viranomainen tai urakoitsija. Muutostyön voi kuitenkin tilata ja hyväksyä vain rakennuttaja. [7, s. 179.]

Hankkeen sisällön hallinnan pääasiallinen tehtävä on varmistaa, että projektin tavoitteiden saavuttamiseksi tehdään riittävä määrä työtä eikä yhtään enempää, jotta kustannukset eivät ylitä tavoitteita. Tästä syystä on ensiarvoisen tärkeää tunnistaa, mitkä työt ja millä vaatimustasolla kuuluvat alkuperäisiin suunnitelmiin, jotka urakoitsija on velvollinen toteuttamaan urakkasopimuksen ja budjetin puitteissa. Kaikki muut työt ovat joko lisätöitä tai muutostöitä, joista urakoitsija on oikeutettu tekemään tarvittavat laskelmat uuden hinnan määrittämiseksi. Mikäli tilaaja hyväksyy urakoitsijan esittämän muutostyötarjouksen, voidaan työ sopia joko toteutettavaksi tai se voidaan hylätä. Kustannusseurannassa tulisi eritellä muutostöiden ja lisätöiden kustannukset erilleen alkuperäi-

sen urakan kustannuksista, jotta todelliset tehtäväkustannukset saadaan laskettua oikein. [7, 179—182.]

5.5 Riskien hallinta

Infrarakentamisessa riskit voivat johtua monista eri tekijöistä. Toteuttaminen ja sen onnistuminen liittyy olennaisesti vallitseviin todellisiin olosuhteisiin, jotka voidaan todeta varmasti vasta töiden edetessä. Mahdollisia ongelmia voidaan kuitenkin ennakoida varsin hyvin aikaisempien, samankaltaisten hankkeiden perusteella. Hyvällä ennakkoinnilla päästään yleensä myös hyvään riskien hallintaan. Jotta riskejä voidaan ehkäistä tai hallita, on ne kyettävä ensin tunnistamaan. Mahdollisia riskejä pyritään tunnistamaan jo hankkeen suunnitteluvaiheessa riskianalyysin avulla, mutta lisäksi riskien tunnistusta tulee tehdä koko hankkeen ajan. Riskit voidaan jakaa esimerkiksi seuraaviin tyyppeihin:

- tekniset riskit
- aikataululliset riskit
- taloudelliset riskit
- organisaatioon, henkilöihin ja tiedonkulkuun liittyvät riskit
- ulkopuolisiin hankintoihin ja toimittajiin liittyvät riskit
- asiakkaaseen liittyvät riskit
- ympäristötekijöihin ja luonnonolosuhteisiin liittyvät riskit
- sopimukseen liittyvät riskit
- tuotevastuuriskit
- Kansainvälisissä projekteissa kohdemaahan mahdollisesti liittyvät riskit, esimerkiksi lainsäädäntö, politiikka tai sotilaalliset riskit. [4, s. 217—219.]

Toteutusvaiheessa riskejä tulee tarkkailla ja tunnistaa etenkin tyypillisiltä kriittisiltä alueilta, joita ovat esimerkiksi

- aikataulun kriittiset polut ja riippuvuudet
- uusi teknologia
- avoimet vastuukysymykset
- avainresurssien kuormitus
- organisaatorajat. [4, s. 219.]

Tuotantovaiheen riskienhallinnan tärkein työkalu on huolellinen seuranta. Aikataulullisesti kriittisiä tehtäviä tulee seurata ennakoivasti, jotta korjaavia toimenpiteitä voidaan tehdä ajoissa. Teknisiä riskejä voidaan hallita huolellisella työtapseurannalla sekä kokeneilla työryhmillä. Hankintoihin liittyviä riskejä taas voidaan pienentää hankintasuunnitelmalla sekä pitämällä yhteyttä toimittajiin töiden edetessä.

Kaikkia riskejä ei voida kuitenkaan poistaa, vaikka ne olisi tunnistettu. Vaikutukseltaan suuriin riskeihin tuleekin varautua suunnittelemalla etukäteen mitä, tehdään ja miten toimitaan, jos riski toteutuu. Yleisimpiä varautumiskeinoja ovat muun muassa

- vaihtoehtoiset suunnitelmat
- varahenkilöt ja mahdolliset yhteistyöryitykset
- tiedottamissuunnitelmat
- materiaali- ja laitevaraukset
- vakuutukset
- taloudelliset varaukset. [4, s. 223—227.]

Yleisimmistä riskeistä todennäköisesti vaikeinta on varautua ympäristöön ja luonnonolosuhteisiin liittyviin riskeihin, sillä esimerkiksi säähän liittyviä olosuhteita ei voida varmuudella arvioida etenkin pitkälle aikajaksolle etukäteen.

5.6 Projektin ohjaus ja raportointi

Projektin ohjauksella on merkityksellinen rooli projektin menestyksellisessä toteutuksessa sekä tavoitteiden saavuttamisessa. Projektin ohjauksella pyritään varmistamaan sisällöllisten ja laadullisten tavoitteiden saavuttaminen, sekä budjetissa ja aikataulussa pysyminen. Projektinhallinta perustuu tuntiseurantaan, kustannusseurantaan sekä organisaation sisällä määriteltyihin vastuualueisiin. Tärkeinä projektiohjauksen työkaluina ovat erilaiset kokoukset ja palaverit, joiden tarkoituksena on varmistaa ajantasainen tiedonsaanti kaikille projektin osapuolille. Projektiohjauksen palavereiden tärkein tarkoitus on informoida projektin edistymisestä, poikkeamien ja niiden syiden selvittäminen sekä päätöksenteko poikkeamien korjaamisesta. Palaverit on pidettävä tehokkaina ja niiden lopputuloksena on löydyttävä ratkaisut esille tulleisiin ongelmiin. [4, s. 293—303.]

Projektiohjauksen tavoitteena on päätösten teko, joka etenee yleensä seuraavasti:

- Ongelman määrittely, joka sisältää ongelman tunnistamisen, paloittelun, ongelman ja päätöksen määrittelyn sekä käsittelyjärjestyksen.
- Tavoitteiden asettaminen, joka sisältää tavoitteiden ideoinnin ja tasapainotuksen.
- Vaihtoehtojen kehittäminen, johon kuuluu vaihtojen ideointi ja kehittäminen, alustava karsinta sekä informaation keruu vaihtoehtoista.
- Arviointi ja valinta, joka sisältää vaihtoehtojen vertailun tavoitteiden suhteen, riskien arvioinnin ja parhaan vaihtoehdon valinnan.
- Päätöksen toteuttaminen, johon kuuluu päätöksen toimeenpano ja toteutuksen seuranta. [4, s. 316.]

Projektiohjauksen raportoinnin välineinä toimivat muun muassa kokousten, palaverien ja katselmusten muistiot ja pöytäkirjat, joiden jakelusta kaikille asianosaisille tulee huolehtia informaatiokatkosten välttämiseksi. Raportoinnin välineitä ovat myös seuranta-aikataulut sekä tehtävien valmiusasteet. [4, s. 300—307.]

5.7 Tehtäväsuunnittelun käyttö tuotantovaiheessa

Tuotantovaiheessa toteutetaan töitä aloitusvaiheen tehtäväsuunnittelun pohjalta. Tehtäväsuunnittelusta saadaan jokaiselle tehtävälle aloitusajankohdat ja tavoitteet. Työn-

johdon tärkeimmät tehtävät ovatkin varmistaa tehtävien aloitusedellytykset ja välittää työntekijöille tehtävien laadulliset ja ajalliset tavoitteet. Kun tavoitteet ovat kaikkien osapuolten tiedossa, voidaan mahdollisiin poikkeamiin reagoida mahdollisimman nopeasti ja tehdä korjaavia toimenpiteitä. [3, s. 26.]

Parhaiten tavoitetiedot saadaan siirrettyä eteenpäin pitämällä ennen työvaiheen tai tehtävän aloittamista aloituspalaveri, johon osallistuvat sekä työnjohto että työvaiheen työntekijät ja mahdolliset aliurakoitsijat. Palaverissa käydään läpi aikataululliset tavoitteet, laadulliset tavoitteet sekä muut työn tekemiseen liittyvät tekijät, kuten työturvallisuus. Aloituspäivästä sovitaan myös yhteisesti, kuinka tavoiteltava laatu varmistetaan. Mikäli työn toteutuksen aikana ilmenee ongelmia, tulisi työntekijät ottaa mukaan ongelmanratkaisuun erilaisten ratkaisuvaihtoehtojen löytämiseksi. Näin pyritään hyödyntämään työntekijöiden ammattiosaaminen ja aikaansaadaan yhteistyön pelisäännöt. [3, s. 26.]

5.8 Tuotannon tarkkailulaskelmat

Tuotannon tarkkailuun käytetään erilaisia laskelmia, joiden perusteella voidaan päätellä kustannusten ja aikataulun kehityssuuntaa ja tehdä ohjaustoimenpiteitä. Laskelmien lähtötietoina käytetään toteutuneita ja suunniteltuja määriä sekä työmenekkejä. Tuotantotiedon keräämisen periaatteet määritellään hankkeen alussa. Tuotantotietojen vertailukelpoisuuden varmistamiseksi sovitaan tarkat pelisäännöt siitä, kuinka ja millä yksiköillä kirjauksia toteutuneista ylläpidetään. Tehtäväkohtaiset litteroinnit tulee olla selvillä, jotta kustannukset ja määrät saadaan kohdennettua seurannassa oikein. [7, s.168; 8, s. 43.]

Työtehtävien tarkkailussa tarvitaan työnarvon määrittämiseen seuraavat tiedot:

- työpanosten (tth) ja työkustannusten (€) tavoitteet
- toteutuneen tuotannon työpanokset ja palkkakustannukset ilman arvonlisäveroa
- valmiustiedot, tavoitteet ja toteumat
- ali- ja sivu-urakoiden työvaiheilmoitukset
- työmaatekniikan ajoitettu budjetti. [7, s. 169.]

Tehtäväkohtaisille työpanoksille (tth) sekä työkustannuksille (€) on asetettu alkuvaiheen tuotantolaskelmissa tavoitteet, joihin tulisi päästä halutun tuoton saamiseksi. Toisin sanoen jokaiselle tehtävälle on laskettu tietty määrä työntekijätunteja, joilla työ pitäisi saada tehdyksi. Työkustannusten tavoitteella tarkoitetaan sitä, paljonko tehtäväkohtaiset työpanokset saavat maksaa, jotta kustannustavoitteet saavutetaan. [7, s.168—169.]

Tehtäväkohtaisia työpanosten toteutumia seurataan työnjohdon ylläpitämällä työntekijäkohtaisilla tuntiseurannoilla. Seurannassa tulee ilmetä päivittäiset työtunnit tehtävittäin litteroituna. Tällä tavoin panokset saadaan kohdistettua oikein ja seurannasta saadaan luotettava. Edistymisen seurannassa tarvitaan myös tehtävien valmiustietoja, jotka yleisimmin ilmaistaan valmiusasteina (%). Valmiuden seuranta tehdään yleensä määriin perustuvana. Määrien yksiköt voidaan valita tehtäväkohtaisesti parhaiten soveltuvan yksikön mukaan, esimerkiksi kappaleet, neliömetrit ja kuutiometrit ovat yleisesti käytettyjä yksiköitä. Valmiiden määrien suhde suunniteltuihin määriin kertoo tehtäväkohtaisen valmiusasteen. [7, s. 169—170.]

Tuotannon tarkkailulaskelmia tehdään vertailemalla toteumaa suunnitelmiin. Tehtäväkohtaisista lähtötiedoista voidaan laskea muun muassa aikataulun mukainen budjetoitu arvo (AMBA) sekä ajallisella arvolla (h) että taloudellisella arvolla (€) seuraavilla kaavoilla [7, s. 171]:

$$AMBA [h] = valmiusaste_{tavoite} [\%] \times työpanos_{tavoite} [h]$$

$$AMBA [€] = valmiusaste_{tavoite} [\%] \times työkustannus_{tavoite} [€]$$

Edellisillä kaavoilla saadaan siis tavoitteelliset arvot. Jotta arvoja voidaan verrata, tarvitaan lisäksi tehdyn työn budjetoitu arvo (TTBA), joka saadaan laskettua seuraavilla kaavoilla niin ajallisella arvolla (h) kuin taloudellisella arvolla (€):

$$TTBA [h] = valmiusaste_{toteuma} [\%] \times työpanos_{tavoite} [h]$$

$$TTBA [€] = valmiusaste_{toteuma} [\%] \times työkustannus_{tavoite} [€]$$

Edistymislaskelmissa vertaillaan aikaansaadun tuotannon aikataulunmukaisuutta. Edistymistä voidaan mitata aikaerolla joko prosentteina tai tunteina sekä aikatauluerolla,

joka ilmoitetaan työvuoroina. Aikaero saadaan laskemalla tavoitearvon (AMBA) ja työnarvon (TTBA) erotus [7, s. 171]:

$$aikaero [h] = työnarvo [h] - tavoitearvo [h]$$

Aikatauluero saadaan laskettua jakamalla aikaero työryhmän koolla sekä työvuoron pituudella [7, s. 171]:

$$aikatauluero [tv] = \frac{aikaero [h]}{työryhmä [lkm] \times työvuoron pituus [\frac{h}{tv}]}$$

Hankkeen tuottavuutta voidaan seurantalaskelmissa mitata vertaamalla työpanosten käyttöä tavoitteeseen. Tuottavuutta arvioidaan laskemalla tuottavuusero, jonka positiivinen tulos kertoo tuottavuuden olevan tavoitetta parempi. Tuottavuusero lasketaan seuraavalla kaavalla [7, s. 171.]:

$$tuottavuusero [h] = työarvo [h] - toteutuneet työpanokset [h]$$

Aikataulun mukaiset tunnit saadaan laskettua työsuunnitelman resurssilaskelmasta tarkasteluajankohdan mukaan. Toteutuneet tunnit saadaan tuntiseurannasta sekä tarvittaessa aliurakoitsijoilta. Mahdolliset lisä- ja muutostyöt on huomioitava laskelmissa korjaamalla aikataulunmukaiset tunnit muutoksia vastaaviksi. Tarkkailulaskelmat on hyvä tehdä tehtäväkohtaisesti, jolloin saadaan paremmin osoitettua mahdolliset tuotannon ongelmakohdat. [8, s. 43.]

Taloudellisuuserolla tarkkaillaan tehtäväkohtaisten kustannustavoitteiden toteutumista. Taloudellisuusero lasketaan erikseen sekä työkustannuksille että yksikkökustannuksille, jotta saadaan selvitettyä syitä mahdollisille kustannusten ylittymisille. Taloudellisuuserot saadaan laskettua seuraavilla kaavoilla [7, s. 171.]:

$$taloudellisuusero [€] = työkustannus_{tavoite} [€] - työkustannus_{toteuma} [€]$$

$$\begin{aligned}
& \text{taloudellisuusero} \left[\frac{\text{€}}{h} \right] \\
& = \text{yksikkötyökustannus}_{\text{tavoite}} \left[\frac{\text{€}}{h} \right] - \text{yksikkötyökustannus}_{\text{toteuma}} \left[\frac{\text{€}}{h} \right]
\end{aligned}$$

Taloudellisuuserolaskelmista saadut positiiviset tulokset kertovat tavoitekustannusten alittamisesta ja negatiivinen tulos puolestaan tavoitekustannusten ylittymisestä. Edellä mainittujen laskelmien perusteella voidaan laskea myös ennusteita siitä, millainen lopputulos tulee olemaan, jos tuotanto jatkuu samalla tavalla kuin laskentaa edeltäneellä ajalla.

Ennustelaskelmat tehdään jakamalla toteuman työpanokset ja työkustannukset tehdyn tuotannon valmiusasteella. Lopputuloksen tulosenuste saadaan vähentämällä työkustannusten ennuste tuotantos suunnitelman työkustannusten tavoitteesta. [7, s. 171—172.]

$$\text{ennuste } [h] = \frac{\text{työpanos}_{\text{toteuma}} [h]}{\text{valmiusaste}_{\text{toteuma}} [\%]}$$

$$\text{ennuste } [\text{€}] = \frac{\text{työkustannus}_{\text{toteuma}} [\text{€}]}{\text{valmiusaste}_{\text{toteuma}} [\%]}$$

$$\text{tulosenuste } [\text{€}] = \text{työkustannus}_{\text{tavoite}} [\text{€}] - \text{ennuste } [\text{€}]$$

Ennusteiden perusteella saadaan kustannusten korjaustoimenpiteitä ohjattu oikein niihin kohteisiin, jotka ovat merkitykseltään suuria. Tarkkailujaksojen välillä tehtyjä ohjaustoimenpiteitä sekä niiden tehokkuutta saadaan niin ikään tutkittua ennustelaskelmilla ja niiden tulosten muutoksilla edelliseen laskelmaan verrattuna.

6 Päiväraportti seurannan välineenä

Tuotannonseurannan välineenä voidaan käyttää erilaisia lomakkeita ja raportteja, joilla seurataan töiden etenemistä sekä päivittäisiä toimintoja. Kalliorakennus-Yhtiöt Oy:ssä on käytössä paperinen päiväraportti (liite 1), jota työnjohto täyttää päivittäin. Päiväraportti on työmaakohtainen, ja siihen tulisi merkitä päivittäin seuraavat asiat:

- tehdyt työvaiheet
- töiden kestot työvaiheittain
- paikka tai alue, jossa työtä on tehty
- määrät, paljonko työtä on tehty
- työmaan henkilöstö
- työnjohtaja
- häiriöt.

Nykyisellään päiväraporttia käytetään Kalliorakennus-Yhtiöt Oy:ssä lähinnä työmaapäiväkirjan täyttämiseen sekä työntekijöiden tuntikorttien litterointiin. Joissain yksittäisissä tapauksissa päiväraporttia on käytetty myös aliurakoitsijoiden laskutuksen oikeellisuuden tarkistamiseen.

Paperisen päiväraportin hyödynnettävyys laajempaan tuotannonseurantaan on ongelmallista lähinnä tietojen käsiteltävyyden ja vertailukelpoisuuden vuoksi. Yksi suurimmista ongelmista on päiväraportin täyttämisen tulkinnanvaraisuus, sillä täyttämiseen ei ole varsinaisesti yksiselitteisiä ohjeita. Osa työnjohdosta täyttää raporttiin hyvinkin yksityiskohtaista ja kattavaa tietoa, kun taas osa täyttää vain tehdyt työvaiheet ja niiden kestot. Lisäksi paperisen päiväraportin esitäytetyt työvaiheet ovat peräisin ajalta, jolloin Kalliorakennus-Yhtiöt Oy on tehnyt pääosin pelkästään louhintatöitä. Tästä johtuen tiedot ovat auttamatta vanhentuneet yrityksen laajennettua toimintaa myös rakentamisen puolelle, sillä raporttipohjassa ei juuri ole tilaa lisätä uusia rivejä puuttuville työvaiheille.

Päiväraportin lisäksi louhinnan työnjohto täyttää myös viikkoraporttia (liite 2). Louhinnan viikkoraporttiin merkitään jokaisesta räjäytyksestä yksityiskohtaiset tiedot, kuten

- päivämäärä
- katkon numero
- porauksen alku ja loppu (aika)
- reikien määrä (kpl) ja porametrit (m)
- räjähdysaineet ja määrät
- räjäytysaika
- kuormauksen alku ja loppu (aika)
- huomautukset
- vuorotyönjohtaja.

Edellä mainittujen lisäksi viikkoraporttiin merkitään viikon kokonaismäärät (m³) maansiirrosta sekä louhinnasta louhintatyypeittäin, työmaan henkilövahvuus työryhmittäin eriteltynä, kalusto sekä räjähdysaineet. Toisin kuin päiväraportin täyttäminen, on viikkoraportin täyttö melko yksiselitteistä ja tietojen osalta vertailukelpoista hyödynnettäväksi laajemmin tuotannonseurantaan. Hyödyntämisen suhteen taas törmätään samaan ongelmaan päiväraportin kanssa, eli paperisena versiona tietojen käsittely on liian työlästä ja aikaa vievää.

Kalliorakennus-Yhtiöt Oy:ssä onkin päädytty etenkin tarjouslaskennan aloitteesta selvittämään uuden sähköisen päiväraportin mahdollisuuksia sekä toteutustapaa, joka tehdään lähinnä tämän opinnäytetyön muodossa.

7 Sähköisen päiväraportin mahdollisuudet

Tärkein lähtökohta päiväraportin hyödyntämiselle tuotannonseurannassa on saada tiedot sähköiseen muotoon, jotta niitä voidaan käsitellä tehokkaasti. Sähköisenä päiväraporttia voidaan hyödyntää todella laajasti koko tuotannon ajan. Sähköisen päiväraportin suunnittelun lähtökohtana on pidetty helppokäyttöisyyttä sekä työnjohdon kuormittavuuden minimointia. Tähän perustuen sähköiseen raporttiin ei tarvitse merkitä juurikaan muita tietoja kuin paperiseen versioon oikein täytettynä. Periaatteessa ainoana lisäyksenä verrattuna paperiseen versioon, tulee sähköiseen päiväraporttiin lisätä työssä käytetty kalusto. Näin ollen päiväraporttiin täytetään seuraavat tiedot:

- työvaihe
- sijainti
- alkamis- ja loppumisaika
- määrä
- henkilöresurssit
- työnjohtaja
- käytetty kalusto
- häiriöt.

Edellisten lisäksi joihinkin työvaiheisiin tulee lisäsyöttömahdollisuus tarkempia tietoja varten. Tällainen on esimerkiksi louhinta, johon sisältyy myös viikkoraportin (liite 2) sisältämät tiedot.

Sähköisen järjestelmän pohjana toimii tietokanta, joka luodaan työmaan alussa tehtäväsuunnittelun ja tarjouslaskennan tietojen perusteella. Tietokanta sisältää tiedot urakassa tehtävistä töistä määrä- ja paikkatietoineen sekä yleisaikataulun. Päiväraporttipohjaan voidaan ohjelmoida erilaisia komentoja, joiden avulla toteumatietojen perusteella voidaan laskea ja seurata haluttuja tietoja.

7.1 Alkutiedot

Projektin alussa listataan kaikki työt ja ositellaan ne luvun 4 mukaisesti sopiviksi kokonaisuuksiksi, joita on helppo seurata määrien ja sijainnin perusteella. Jokaiselle tehtävälle määritellään litterat, jotka tulevat automaattisesti näkyviin valitun tehtävän yhteydessä. Seuranta varten sovitaan etukäteen myös tehtäväkohtaisesti määrät, joilla kutakin tehtävää seurataan. Tämä riippuu rakenteesta ja määristä. Esimerkiksi muottiharkkoseinä voidaan jakaa seuraavasti: harkkojen ladonta neliömetreinä (m^2) ja valu kuutiometreinä (m^3). Ruiskubetonointia voidaan seurata esimerkiksi kuutiometreinä (m^3) ja pulttista pulttien kappalemäärällä (kpl). Jokaiselle työmaalle kirjataan tietokantaan määrälaskennan mukaiset määrät koskien sekä materiaaleja ja laskennallisia henkilöresursseja, joiden perusteella voidaan sähköisessä seurantaraportissa laskea töiden ja tehtävien etenemistä ja toteutumista suunniteltuun verrattuna.

Jokaiselle tehtävälle määritellään keston lisäksi selkeät alku- ja loppuajankohdat yleisaikataulun mukaisesti, jolloin voidaan seurata töiden ajallista kehitystä ja toteutumista aikataulussa. Tehtäville ja rakenteille voidaan määritellä myös kustannuslaskennan mukaiset kustannustiedot karkealla tasolla, jolloin voidaan seurata kustannusten kehitystä.

Tietokantaan lisätään työmaalla olevat henkilöresurssit sitä mukaa, kun heidät on kirjattu työmaalle perehdytyksen jälkeen. Henkilöresursseissa huomioidaan kaikki työmaalle tuleva henkilöstö riippumatta työnantajasta, eli myös aliurakoitsijoiden henkilöstö kirjataan luetteloon. Henkilövalikko voidaan jakaa työnantajakohtaisesti alavalikoihin, jolloin etsiminen helpottuu, mikäli työmaalla on paljon henkilöitä. Tämä voidaan tehdä sähköisen kulkuluvan aktivoinnin yhteydessä. Samoin tehdään myös työmaalle saapuvalla kalustolle, joka kuitataan saapuneeksi ja lisätään kalustoluetteloon.

7.2 Päiväraportin täyttäminen

Jokainen työnjohtaja täyttää oman vastuualueensa työt raporttiin päivittäin. Täytön yhteydessä näkyy muiden jo täyttämät tiedot kyseiseltä päivältä, joten mikään työ ei tulisi vahingossa täytettyä kahteen kertaan eikä vastaavasti mitään jäisi täyttämättä. Täyttämisen alussa valitaan ensin täyttäjän tiedot eli työnjohtaja valikosta. Tämän jälkeen valitaan täytettävä työvaihe valikosta joko työvaiheen nimellä tai litteran numerolla.

Seuraavaksi syötetään työn alku ja loppu kellonaikoina ja sijainti paaluvälinä kyseisiin kenttiin. Tehtäväkohtaiset henkilöresurssit merkitään määränä tyhjään kenttään, minkä jälkeen valitaan tekijöiden nimet pudotusvalikosta. Mikäli tehtävässä on käytetty kalustoa, valitaan se seuraavasta pudotusvalikosta. Seuraavaan kenttään merkitään tuotettu määrä numeroina ja valitaan pudotusvalikosta määrän yksikkö. Vaihtoehtoisesti määrän yksikkö voidaan mahdollisuuksien mukaan lukita työtehtävän mukaan, jolloin vältetään yksikkövirheet. Viimeisenä on lisätiedoille kuvake, jota klikkaamalla pääsee halutessaan antamaan tehtävälle lisäinformaatiota. Tehtäväkohtaiset häiriöt syötetään omalla sivullaan, johon tulee näkyviin esitetyt kaikki kyseisen päivän aikana raportoidut työvaiheet. Edellä mainittu kuvaus koskee viimeistelemätöntä, karkeaa demoversiota (kuva 8), jota on kehitetty tämän opinnäytetyön ohella ja jonka tarkoituksena on kuvata sähköisen päiväraporttijärjestelmän täyttämiseen käytettävää työpanosta.

Kalliorakennus YHTIÖT

Etusivu

- Etusivu
- Kalliorakennus
 - Päiväraportin syöttö
 - Päiväraportti toteumat

Päiväraportin syöttö

Syötä vaaditut kentät ja tallenna.

Työmaa: 132
Päivämäärä: 10.9.2014

Vastaava mestari: Juha Selin
Vuoromestari: Jukka Katajala

Työtyyppi	Paaluväli	Aloitus	Lopetus	Tekijät	Kalusto	Määrä	Yksikkö	Lisätietoja	Häiriöt
Lujitus - Pultitus - Systemaattiset	480-490	06:00	16:00	3		65	kpl		
Lujitus - Ruiskubetonointi - Turva	545-560	06:00	08:00	2		7	m3		
Lujitus - Ruiskubetonointi - Pohja	1120-119	08:00	16:00	2		35	m3		

Lisää rivi

Läheta Tyhjennä

Kalliorakennus-Yhtiöt Oy

Petikontie 1
01720 Vantaa

Kuva 8. Sähköisen seurantaraportin demoversion tietojen syöttönäkymä.

Sähköisen seurantaraportin demoversion tarkoituksena on havainnollistaa tässä opinnäytetyössä esiteltyjä toimintoja ja tulosteita, joita tietokantapohjaisesta, yrityksen omia tarpeita vastaamaan kehitetystä ohjelmasta on mahdollista saada.

7.3 Resurssitiedoista saatavat hyödyt

Henkilöresurssien täytöstä päiväraporttiin saadaan useita eri tietoja, jotka hyödyntävät tuotannonseurantaa ja helpottavat työnjohdon töitä. Ensinnäkin resurssien avulla saadaan laskettua tehtäväkohtaisia työtehoja, joita voidaan hyödyntää projektin aikana esimerkiksi tehtävän aikataulussa pysymisen varmistamiseen. Tämä tapahtuu vertaamalla tehtyä työsaavutusta työn suunniteltuun keston, jolloin nähdään työtehon perusteella, valmistuuko tehtävä ajallaan, myöhässä vai suunniteltua aiemmin, mikäli työteho pysyy samana. Toteumasivulla on tehtäväkohtainen kenttä, jossa näkyy syötettyjen tietojen perusteella laskettu arvio tehtävän valmistumisen ajankohdasta senhetkisten saavutusten perusteella. Näin ollen työnjohdolla olisi aikaa reagoida mahdollisiin muutoksiin ajoissa, esimerkiksi hankkimalla lisäresursseja tai motivoimalla työryhmää kertomalla heille tavoitteet ja saavutukset nykyisellään sekä pyytämällä työryhmältä ehdotuksia työtehon parantamiseksi.

Työnjohtoa työllistää tällä hetkellä huomattavasti myös työntekijöiden tuntikorttien litterointi, joka tehdään käymällä läpi paperiset päiväraportit kahden viikon palkkajakson ajalta. Omien työntekijöiden tuntikorttien lisäksi litteroidaan myös aliurakoitsijoiden tuntilaskut, joihin on usein merkitty vain päivittäinen kokonaistuntimäärä ilman tehtäväerittelyä. Jokaisesta työntekijästä etsitään päivittäiset tehtävät sekä niiden kestot päiväraporteista, minkä jälkeen jokaisen tunnit litteroidaan tehtäväkohtaisille litteroille. Kaikki tämä voidaan tehdä sähköisen päiväraportin kautta esimerkiksi tulostamalla palkkajaksoa koskeva raportti suoraan järjestelmästä. Toiminnon toteuttaminen on hyvin yksinkertaista, sillä tehtäville on määrätty alkutiedoissa litterat ja työnjohto syöttää jokaiselle tehtävälle henkilötiedon, kuka tai ketkä työtä ovat olleet tekemässä. Näin ollen tarvitsee vain valita aikajakso, jolta tiedot haetaan, ja ne tulostuvat luettelona jokaisesta henkilöstä, jotka kyseisenä aikana ovat töissä olleet. Sähköisen päiväraporttijärjestelmän kautta saatava tuntilitterointi helpottaa huomattavasti työnjohdon työmäärää palkkajakson päättyessä sekä auttaa kohdistamaan litterat oikein, sillä tulkinnanvarainen litterointi poistuu kokonaan tai ainakin vähenee huomattavasti.

Pitkällä tähtäimellä resurssitietojen kautta saadaan hyödyllistä tietoa etenkin kustannuslaskennan ja tarjouslaskennan käyttöön työmenekkien kautta. Tarjouslaskentavaiheen aikataulusuunnitteluun ja työ kustannusten arviointiin saadaan toteutuneisiin tietoihin perustuvaa aineistoa, joka parantaa suunnittelua sekä minimoi suunnitteluvai-

heen riskejä. Mitä pidemmältä ajalta toteumatietoja on käytössä, sen tarkempia arvioita saadaan.

Edellisen lisäksi voidaan saada seurannan kautta luvun 4.2.1 mukaisen taulukon esittämiä tietoja ja laskelmia erilaisten häiriöiden ja menetelmien vaikutuksesta työsaavutukseen. Yksi hyödyllinen tieto on esimerkiksi olosuhteista johtuvat lisät työsaavutuksissa sekä esimerkiksi talvityölisät. Näiden tietojen avulla voidaan saada esimerkiksi töiden kestojen ja tehojen suunnittelua tarkemmaksi vaihtelevissa olosuhteissa.

Eri työmaiden välillä toimivaksi voidaan toteuttaa kalustoon ja henkilöresursseihin liittyen listaus sellaisesta työmaalla olevasta kalustosta ja henkilöstöstä, jotka voidaan tarpeen vaatiessa siirtää toiselle työmaalle. Listaus sisältäisi vain ne resurssit, joista työmaalla olisi varaa luopua, mikäli toisella työmaalla ilmenee tarvetta.

7.4 Kalustotiedoista saatavat hyödyt

Kalustotietojen avulla voidaan seurata helposti sekä kaluston todellista käyttöastetta että kalustosta aiheutuvia työmaakohtaisia kustannuksia. Käyttöasteen perusteella kalustovastaava tai työnjohto voi ennakoida tulevia määräaikaishuoltoja käyttötuntien perusteella. Työmaalle tuleva kalusto merkitään työmaan kalustoluetteloon vastaanototarkastuksen jälkeen. Tietokannan kautta koneen sähköiset tiedot ovat työmaan käytössä, jolloin järjestelmä voi muistuttaa esimerkiksi tulevista määräaikaishuolloista tai katsastuksista ja tarkastuksista. Käyttöseurannan kautta voidaan myös arvioida, onko jokin vähällä käytöllä oleva kalusto enää tarpeellinen työmaalla vai voidaanko se palauttaa takaisin varikolle. Näin saadaan turha kalusto pois työmaalta ja kalustosta aiheutuvat kustannukset työmaalla minimoitua. Kuten luvun 7.3 lopussa esitettiin, voidaan vähällä käytöllä oleva kalusto lisätä niin sanottuun yhteiskäyttölistaan, josta se voidaan tarvittaessa siirtää toiselle työmaalle kierrättämättä kalustokeskuksen kautta.

Tehtäväkohtaisen kalustotiedon avulla voidaan arvioida myös käytetyn kaluston vaikutusta työtehoon. Tämä voi tapahtua esimerkiksi silloin, kun samaa työtä tehdään kahdella erilaisella kalustolla. Tällöin voidaan verrata työryhmien saavutusta toisiinsa ja etsiä mahdollisia kalustosta riippuvia eroja. Tilastoinnin avulla on mahdollista huomioida tarvittaessa kaluston vaikutus aikataulullisesti suunniteltaessa toteutusta.

7.5 Materiaalitiedoista saatavat hyödyt

Kokonaismateriaalimenekin seurannalla saadaan selville kuhunkin työhön kuluneet kokonaismateriaalimäärät, joiden avulla voidaan seurata luvun 4.2.3 kuvan 7 mukaisia materiaalimenekkejä. Seurannan avulla on mahdollista tehostaa esimerkiksi varastoinnista ja vääränlaisesta käsittelystä aiheutuvia materiaalihukkaa. Esimerkiksi ruiskubetonoinnin osalta on mahdollista saada selville hukkaprosentti, jonka lisäksi voidaan selvittää laskennallisesti, ovatko rakennekerrokset riittävän paksut, jotta ne täyttävät suunnitelmat. Koeporauksin tarkistettavat kerrosvahvuuksien varmistukset tulee luonnollisesti silti tehdä, mutta laskennalla saadaan suuntaa antava tarkkuus. Nykyisellään työnjohto tekee laskelmia ja taulukoita, joilla massamääriä ja hukkaprosentteja seurataan. Yhdistämällä tämäkin toiminto sähköiseen päiväraporttiin saadaan vertailukelpoista tietoa, sillä kaikilla on omat tapansa toteuttaa seurantaa. Osassa työvaiheista on perusteltua myös laskea esimerkiksi valmiusastetta käytettyjen materiaalmäärien perusteella, jos muunlainen määrällinen mittaaminen valmiusasteelle on hankalaa.

7.6 Kustannusseuranta

Sähköisen seurantaraportin resurssitietojen, määrätietojen ja kalustotietojen avulla voidaan seurata taloudellisia resursseja. Yksinkertaisimmillaan seuranta voi olla esimerkiksi kumulatiivinen kokonaiskustannuskertymä työmaan alusta alkaen. Kustannusten osalta on selvää, että joihinkin osa-alueisiin ei juurikaan voida kustannusten kertymisen suhteen vaikuttaa, kuten käytettävät rakenteelliset materiaalit. Osaan kustannuksista taas voidaan vaikuttaa, jolloin kustannuksia voidaan saada pienennettyä, mikäli työnjohdolla on tieto ja motivaatio seurata kustannuksia.

Esimerkiksi työn tekemisestä aiheutuvat henkilöresurssien kustannuksien on hyvä olla seurannassa, sillä myös sen avulla voidaan havaita, mikäli työmaalla on niin sanotusti liikaa henkilöresursseja. Jos henkilöresurssien kustannukset ylittävät suunnitellun tuottavuuden, on todennäköisesti esimerkiksi teetetty ylitöitä, kun taloudellisempaa olisi ollut lisätä resursseja ylitöiden sijaan. Toinen tapaus voi olla esimerkiksi se, että työmaalla on resursseja, joille ei riitä tuottavaa työtä, jolloin resursseja on liikaa tuottavuuteen nähden, jolloin resursseja tulisi vähentää. Työkustannusten seuranta on oleellista tuottavuuden seurannan kannalta, kuten luvussa 5.8 on esitetty.

Kustannusseuranta voidaan sähköisen seurantaraportin toteutuksessa tarvittaessa jakaa eri tasoille käyttäjäryhmien mukaan, mikäli se nähdään tarpeelliseksi. Tasoja voi olla esimerkiksi kolme: työpäällikkö, vastaava mestari ja työnjohto. On kuitenkin joitain kustannustietoja, joista työnjohdon tulisi saada ajantasaista informaatiota voidakseen tehdä tilanteen vaatimia ratkaisuja kustannusten kurissa pitämiseksi. Käytäntö tulee määritellä yrityksen johdon tasolla, jossa ratkaistaan, mitkä kustannustiedot ovat suoraan työnjohdon käytettävissä ja mitkä tulevat esimerkiksi toimintaohjeina joko vastaavalta mestarilta tai työpäälliköltä. Kokonaisvaltainen kustannusseuranta palvelee hyvin tulevien hankkeiden kustannuslaskentaa sekä hankkeiden tuottavuusodotuksia.

7.7 Seurannasta saatavat tulosteet

Sähköisen seurantaraportin tiedoista on mahdollista ottaa erilaisia tulosteita, jotka palvelevat useita erilaisia tarpeita. Töiden etenemistä on mahdollista seurata joko kaikkien töiden osalta tai esimerkiksi jonkin tietyn sijainnin, rakennusosan tai työvaiheen osalta. Tulosteet vähentävät työnjohdon sekä muiden toimihenkilöiden ajankäyttöä, sillä joista asiaa ei tarvitse laskea erikseen, vaan ne voi tulostaa suoraan sähköisestä ohjelmasta. Tulosteita voi tarpeen mukaan ottaa esimerkiksi joko yhdestä tai useammasta hankkeesta. Kaikkien toteutuneiden hankkeiden vertailu- ja toteumatiedot hyödyttävät suuresti esimerkiksi kustannuslaskentaa sekä tulevien hankkeiden aikataulusuunnittelua. Erilaisia tulostevaihtoehtoja on valmiina valikossa, mutta myös muita tulosteita on mahdollista saada valitsemalla ne tiedot, joita haluaa tarkastella.

Seuraavat yleisimmät tulosteet ovat valmiina valikossa:

- louhinnan viikkoraportti
- valmiusasteet
- työlajikohtaiset määrät
- työmaapäiväkirja
- työntekijäkohtaiset tuntilistat
- toteutuneet työtehot
- kaluston käyttöasteet
- työlajikohtaiset kustannukset

- työkustannukset
- toteumat valitulla aikajaksolla
- aliurakoitsijakohtaiset kustannukset
- massakäyrät
- räjähdysaineiden määraseuranta
- räjäytysajat
- tuottavuusennusteet
- kumulatiiviset kustannukset.

Tulosteina on mahdollista saada myös kaikki luvun 5.8 mukaiset tuotannon tarkkailulaskelmat. Toteutus voi olla joko tulostettava näkymä tai jatkuvasti reaaliajassa tietyillä käyttäjäryhmillä näkyvillä oleva tiedosto.

Erilaisten tulosteiden mahdollisuudet ovat lähes rajattomat. Tulosteita voi tarpeen mukaan lisätä valikkoon tai poistaa tarpeettomia. Samoin kuin kustannusseurantaan voidaan tulosteiden saatavuuteen asettaa tarpeen vaatiessa käyttäjäryhmittäin saatavuusrajoja.

7.8 Mahdollisia lisätoimintoja

Luvussa 7 mainittujen perustietojen lisäksi sähköiseen seurantaraporttiin voidaan merkitä myös muita lisätietoja, joiden avulla voidaan seurata erilaisia asioita. Lisätoimintojen saaminen edellyttää jonkin verran enemmän työpanosta, kuin perustietojen täyttäminen, mutta saatujen hyötyjen avulla ne voivat olla perusteltuja.

7.8.1 Tarkastukset ja katselmukset

Yhtenä mahdollisuutena on lisätä tarkastuksille ja katselmuksille oma kenttä, joka täytetään tarvittaessa, mikäli kohteelle on tehty tarkastuksia. Näin ollen katselmuksista ja tarkastuksista voidaan ottaa omat tulosteet ja valita kyseiset kentät tulostuviksi esimerkiksi työmaapäiväkirjaan. Katselmuksista tehtävät muistiot ja pöytäkirjat voi haluttaessa liittää tapahtuman lisätietoihin.

7.8.2 Häiriöt

Jokaiselle työvaiheelle on olemassa häiriöitä varten oma kenttä, johon kuvaillaan häiriön aiheuttaja, vaikutus ja kesto. Pitkällä aikavälillä on mahdollista analysoida häiriöiden aiheuttajia ja vaikutuksia sekä etsiä keinoja niiden minimoimiseksi. Häiriökentässä on yleisimmille häiriötyypeille valmiit aiheet pudotusvalikossa, joista voitaisiin valita esimerkiksi sääolosuhteet, sähkö tai kalusto. Näin voidaan helposti hakea tilastoja tietyn tyyppisistä häiriöistä. Näin siksi, että vapaasti kirjoitettavien kenttien analysointi ohjelmoituna pelkkien hakusanojen avulla on työlästä ja hankalaa, mutta niiden olemassaolo lisätietoja varten on silti perusteltua. Tarpeen mukaan häiriötyyppejä voidaan lisätä kuvakemuodossa haun helpottamiseksi. Tulostettavien häiriöraporttien avulla voidaan pitää tietyin väliajoin esimerkiksi palaveri, jossa käydään häiriöt ja niiden syyt läpi, ja mietitään ehkäiseviä toimenpiteitä.

7.8.3 Sääolosuhteet

Monien työvaiheiden osalta on perusteltua seurata myös sääolosuhteita. Sää- ja keli-tiedoille on olemassa oma kenttä, jolloin sääolosuhteiden vaikutusta töiden etenemiseen ja yhteyttä mahdollisiin häiriöihin voidaan tutkia tarkemmin. Tämä auttaa ennakkoimaan sääolosuhteiden vaikutusta hankkeen etenemiseen etenkin talviolosuhteissa. Näin saadaan pienennettyä arvioinnista aiheutuvia riskejä suunnitteluvaiheessa. Sääolosuhteita ei tosin voida koskaan ennakoida varmuudella, mutta tilastollinen seuranta sääolosuhteiden vaikutuksista antaisi suuntaa ja tarkkuutta oletuksille.

7.8.4 Pöytäkirjat ja suunnitelmat

Työvaiheista tehtävät erilaiset pöytäkirjat voi tarvittaessa liittää tehtävien lisätietoihin linkkeinä, joista ne saa tarvittaessa haettua esimerkiksi ajanjakson, paikan tai tarkan päivämäärän perusteella. Tällaisia pöytäkirjoja ovat esimerkiksi porauspöytäkirjat, injektointipöytäkirjat, pultituspöytäkirjat, ruiskubetonointipöytäkirjat ja betonointipöytäkirjat. Samoin voidaan toimia myös esimerkiksi poraus- ja panostuskaavioiden kanssa. Lähes kaikki pöytäkirjat tehdään nykyään sähköisinä, joten niiden liittäminen seurantaraporttiin ei ole tavattoman työlästä. Tarvittaessa paperiset suunnitelmat, kaaviot tai pöytäkirjat voidaan skannata sähköisiksi.

7.8.5 Aliurakoitsijoiden ilmoitukset

Koska urakoissa käytetään paljon aliurakoitsijoita, voi olla harkinnan varaisesti perusteltua, että aliurakoitsijoiden työnjohdolla on tietyn asteen käyttöoikeus sähköiseen seurantaraporttiin. Näin he voivat täyttää raporttia samoin kuin omakin työnjohto, jolloin erillisiä aliurakoitsijoiden työvaiheilmoituksia ei tarvita. Tällöin myös töiden litteroinnit, mittausperusteet ja muut oleelliset tekijät, jotka helpottavat tietojen vertailua, ovat yhte-nev äiset yrityksen oman seurannan kanssa. Käytäntö varmistaisi esimerkiksi valmius-asteiden ja töiden arvioidun keston määrittämisen. Arvioihin ja laskentakäytäntöihin perustuvat epävarmuustekijät saataisiin poistettua myös aliurakoitsijoiden osalta.

7.8.6 Karttapohjainen seuranta

Tarvittaessa on mahdollista liittää seurantaraporttiin myös avattu karttapohja tunneli-profiilista, johon voidaan merkitä tarkemmin tehdyt työt ja valmistuneet alueet. Tällä hetkellä osa työnjohtajista tekee seurantakarttaa paperisena versiona, joka helpottaa töiden seurantaa sekä myös tulevien töiden suunnittelua, mikäli työmaa on laaja. Toi-saalta kartasta on myös paljon hyötyä, mikäli työmaalla on paljon samalla alueella ta-pahtuvia työvaiheita, jolloin voi helposti nähdä, mitkä alueet ovat valmiita seuraaville työvaiheille. Seurantakartan toteuttaminen on helppoa ja yksinkertaista paperisena versiona, mutta jotta tieto on helposti välitettävissä kaikille käyttäjille, on sen toteutta-mista sähköisenä hyvä harkita. Näin karttapohja on käytettävissä myös kaikilla niillä aliurakoitsijoilla, joilla on käyttöoikeus sähköiseen järjestelmään. Karttapohjassa voi olla näkyvillä esimerkiksi muut työvaiheet, jotka odottavat alkua tietyllä alueella. Tällöin ei synny ainakaan tilanteita, joissa aliurakoitsijat eivät olisi tietoisia muista odottavista töistä, jotka alkavat heidän töidensä jälkeen. Odottavissa töissä on riippuvuussuhteet ja tavoiteajat näkyvillä, mikä motivoi hoitamaan käynnissä olevat työvaiheet ajallaan.

7.9 Perustelut oman sähköisen järjestelmän kehittämiseksi

Markkinoilla on olemassa erilaisia aikataulu- ja projektinhallintaohjelmia, joita periaat-teessa voi käyttää tuotannonseurannassa myös infrarakentamisessa. Ohjelmat eivät kuitenkaan sisällä moniakaan edellä mainituista toiminnoista. Ohjelmien lisenssit ovat myös suhteellisen hintavia hankittavaksi arviolta 30—50:lle henkilölle riippuen siitä, kuinka monta aliurakoitsijan työnjohtajaa lasketaan mukaan. Tämän lisäksi olemassa

olevien ohjelmien käytön opettelu on jokseenkin hankalaa ja aikaa vievää etenkin, jos ohjelmasta halutaan saada mahdollisimman suuri hyöty.

Kustannukset oman sähköisen seurantajärjestelmän kehittämiseksi verrattuna tuotannollisiin etuihin ovat hyvinkin kohtuulliset, kun mukaan huomioidaan myös käyttökoulutuksen vaatima aika ja kustannukset. Demoversion tekijän arvioon perustuva oman ohjelman kehittämiseen kuluva aika on noin kahdesta neljään kuukautta. Tämän opinäytetyön ohessa kehitetty sähköisen seurantaraportin demoversio on lähtökohtaisesti perustunut sen helppokäyttöisyyteen sekä täyttöön kuluvan ajan minimoimiseen. Demoversion toimintaperiaatteella toteutetun ohjelman käyttökoulutus on mahdollista toteuttaa yhden päivän pituisena koulutuksena. Toiminnoiltaan ja logiikaltaan sähköinen järjestelmä muistuttaa vanhaa paperista versiota, mikä auttaa käyttäjiä omaksumaan uuden ohjelman.

Oman ohjelman kehityksen ja toteutuksen etuja ovat lisäksi rajattomat mahdollisuudet vaikuttaa ohjelman sisältöihin ja toimintoihin. Kustannuksia voidaan karsia tarpeen mukaan toimintoja rajaamalla. Ohjelmaa voidaan tarvittaessa myös kehittää edelleen käyttäjiltä saatujen kommenttien ja kokemusten perusteella sekä mahdollisten muuttuvien tarpeiden mukaan. Yksi ohjelman ajatuksista on nimenomaan se, ettei ohjelma tarpeiden ja mahdollisten toimialallisten muutostenkaan vuoksi vanhene, vaan siihen on aina mahdollista lisätä tarvittavia osa-alueita.

Omasta ohjelmaversiosta ei niin ikään kerry jatkossa lisenssimaksuja tai muita kuluja maksettavaksi, vaan mahdolliset välttämättömät päivitykset ovat suhteellisen edullisia toteuttaa. Tietotaidon löytyessä päivitykset voi tehdä jopa ilman ulkopuolista tai tehtävään erikseen palkattua henkilöä. Mikäli Kalliorakennus-Yhtiöt Oy niin haluaa, on ohjelmaa jopa mahdollista myydä eteenpäin muille yrityksille.

8 Tulokset

Työn alkupuolella luvussa 2 todettiin rakennushankkeiden toteuttamisen suunnittelun olevan sivistynyttä arvailua. Asian ei kuitenkaan tarvitse nykyisellä teknologialla olla enää niin. Siirtymällä paperisesta päiväraportista sähköiseen seurantaraporttiin saadaan suunnittelun käyttöön tietoa, joka ei perustu enää arvailuihin, vaan oikeisiin toteutuneisiin tietoihin. Todellisiin tietoihin perustuen on mahdollista tehdä tarkempia arvioita ajallisista kestoista sekä tehostaa liiketoiminnan kannattavuutta poistamalla tiettyjä arvailuista johtuvia riskitekijöitä. Pitkällä aikavälillä esimerkiksi riskien analysointi ja niiden tunteminen tarkasti auttaa tekemään oikein mitoitettuja riskivaroja, joista on etua esimerkiksi tarjouskilpailussa. Sähköisen seurannan avulla on mahdollista ottaa huomioon myös sellaiset seikat, jotka eivät ehkä aiemmin ole kiinnittänyt huomiota, mutta joilla voi olla tuottavuuden kannalta suurikin merkitys.

Tässä opinnäytetyössä sähköisen seurantaraportin toteutussuunnitelma perustuu mahdollisimman monen tuotannon seurannan kannalta tärkeän asian laskemiseen vain muutaman perustiedon avulla, jotka täytetään työmaalla päivittämällä toteuman mukaan. Kaikki muu tieto on tallennettuna taustalla toimivaan tietokantaan, jolloin itse seurannan eteen tehtävä työpanos jää mahdollisimman pieneksi ja vähän kuormittavaksi. Näin työnjohto voi keskittyä enemmän työsuunnitteluun ja toteutuksen seurantaan. Sähköinen seurantaraportti tehostaa huomattavasti koko toimihenkilöstön ajankäyttöä sekä auttaa tuottamaan tilastoja ja tietokantoja, joita ei ennen ole vastaavassa mitta-kaavassa ollut käytössä.

Sähköinen seurantaraportti voidaan toteuttaa joko alkuvaiheessa suppeampana perusversiona ja laajentaa tarpeen vaatiessa myöhemmin kattavammaksi. Perusversiossa tulee olla taustatietokannassa kaikki hanketta koskevat perustiedot aikataulusta, määristä ja resursseista. Toteumatietoina syötetään päivittäin luvun 7 mukaiset perustiedot, jotka hyvän käytännön mukaan pitäisi merkitä myös nykyiseen paperiseen päiväraporttiin. Lisänä nykyiseen käytäntöön verrattuna on perusversioon aiheellista syöttää myös kalustotiedot sekä henkilötiedot. Näitä tarvitaan oleellisesti kaluston käyttöasteen seurantaan sekä työntekijöiden tuntilistojen litterointiin. Erityisesti tuntilistojen litteroinnista on merkittävää hyötyä työnjohtajan ajankäytölle.

Laajemmassa versiossa on mahdollista lisätä haluttuja toimintoja ja laskukaavoja ilmevien tarpeiden mukaan. Tietyllä tasolla perusversiossakin on hyvä olla joitain kumu-

latiivisia kustannustietoja, joiden avulla voidaan ennakoida esimerkiksi työkustannusten tai materiaalikustannusten mahdollisia ylittymisiä. Näillä tiedoilla on mahdollista saada kohoavia kustannuksia pysymään maltillisina yrittämällä karsia kustannuksia jostain muualta.

Minimisuosituksena sähköisen seurantaraportin toteutukselle voidaan pitää palvelin-pohjaiseen tietokantaan perustuvaa järjestelmää, johon merkitään vähintään

- työvaihe
- sijainti
- alkamis- ja loppumisaika
- määrä
- henkilöresurssit
- työnjohtaja
- käytetty kalusto
- häiriöt.

Vertaamalla näitä tietoja taustalla toimivaan hankekohtaiselle tiedot sisältävään tietokantaan saadaan selville muun muassa

- valmiusaste
- litteroidut työntekijöiden tunti-tilastat
- työmenekit
- työtehot
- arviot töiden valmistumisen ajankohdasta
- esitetyt työmaapäiväkirjat
- ajanjaksolliset etenemät
- kumulatiiviset määrät
- kustannuskertymät
- tuottavuusennuste.

Sähköinen seurantaraportti on mitä suurimmalla todennäköisyydellä mahdollista ohjelmoida toimivaksi yhdessä Kalliorakennus-Yhtiöt Oy:ssä käytössä olevan aikatauluohjelman kanssa, jolloin voidaan siirtää tietoa esimerkiksi aikataulupohjien välillä.

9 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä on selvitetty tuotannosuunnittelun ja tuotannonohjauksen menetelmiä sekä pyritty tekemään niiden pohjalta sähköisen seurantaraportin toteutussuunnitelma. Työ on tehty Kalliorakennus-Yhtiöt Oy:lle, jossa on tällä hetkellä käytössä paperinen päiväraportti, johon merkitään päivittäin töiden eteneminen. Halu tutkia sähköisen seurantajärjestelmän mahdollisuutta heräsi yrityksen kustannuslaskennassa, sillä paperisten päiväraporttien hyödyntäminen esimerkiksi urakkalaskennan apuna on käytännössä mahdotonta. Paperisten raporttien syöttäminen sähköisiksi jälkikäteen olisi liian työlästä, joten sähköisen seurantaraportin kehittäminen on ainoa järkevä ratkaisu.

Sähköisen seurantaraportin suunnittelun lähtökohtana on pidetty helppokäyttöisyyttä sekä sitä, että raportin täyttäminen ei kuormita työnjohtoa juurikaan sen enempää, kuin nykyisen paperisen version täyttäminen. Samaan aikaan on pyritty maksimoimaan raporttiin täytettävistä tiedoista saatava hyöty ja informaatio. Sähköisen järjestelmän toiminnan periaatteena on taustalla toimiva tietokanta, johon hankkeen alussa syötetään urakkalaskennan yhteydessä tuotettu tieto. Tällä tavoin voidaan työmaalla tehtävä tietojen syöttö pitää mahdollisimman pienenä.

Mahdollisimman reaaliaikaisen tiedon saaminen on elintärkeää tehokkaan tuotannonohjauksen kannalta. Sähköisen seurantaraportin avulla on mahdollista saada jatkuva ajantasainen tieto töiden etenemisestä, valmiusasteesta sekä aikataulullisesta etenemisestä. Sähköiseen järjestelmään voidaan ohjelmoida tiettyjä laskukaavoja, joiden avulla voidaan esimerkiksi ennustaa valmistuvatko työt ajallaan, mikäli työteho pysyy nykyisellään. Tämä tieto on työnjohdon näkyvillä aina, kun ohjelmaa käytetään. Näin työnjohdolle jää aikaa reagoida, mikäli näyttäisi siltä, että nykyisillä työtehoilla ei valmistuta ajallaan.

Samoin näkyvillä on myös kumulatiiviset määrät eri työvaiheista, kuten kulutettu betonimäärä, käytetty räjähdysainemäärä, käytetty ruiskubetonimäärä ja muut vastaavat määrät. Näin työnjohdon ei tarvitse käyttää aikaa erikseen tehtävien määrätaulukoiden tekemiseen, vaan valitut määrät ja muut seurannat voidaan tulostaa suoraan sähköisestä seurantaraportista.

Sähköisen seurantaraportin avulla on mahdollista tuottaa paljon erilaisia tilastollisia tietoja, jotka hyödyttäisivät etenkin kustannuslaskentaa sekä hankkeiden aikataulullista suunnittelua. Tällä tavoin saadaan pienennettyä hankkeen kustannuslaskentaa ja ajalliseen suunnitteluun liittyviä riskejä, jotka johtuvat muun muassa aiemmista hankkeista peräisin olevan luotettavan tilastollisen toteumatiedon puutteesta. Toisin sanoen arvioista saadaan huomattavasti tarkempia, mitä pitemmältä ajalta tilastoja on käytettävissä.

Opinnäytetyöprosessissa mietittiin myös olemassa olevien aikatauluohjelmien ja projektihallintaohjelmien hyödyntämistä, mutta hyvin nopeasti tultiin siihen tulokseen, että se ei tässä tapauksessa ole kovinkaan järkevää. Syynä tähän on monien ohjelmien käytön vaikea opittavuus, etenkin jos niistä halutaan saada mahdollisimman suuri hyöty. Valmiit ohjelmat eivät myöskään sisällä monia työssä esitetyistä toiminnoista. Oman sähköisen järjestelmän kehittämisen puolesta puhuu sen käytön oppimisen helppous sekä toteuttamisen suhteellisen edulliset kustannukset. Lisäksi on mahdollista kehittää ohjelma vastaamaan täydellisesti yrityksen tarpeita.

Tässä opinnäytetyössä on mietitty mahdollisimman laajasti, mitä kaikkea hyötyä ja tietoa sähköisestä seurantaraportista on mahdollista saada yrityksen käyttöön. Tämän toteutussuunnitelman pohjalta Kalliorakennus-Yhtiöt Oy:ssä voidaan listata sähköiseen seurantajärjestelmään siirtymisen edut ja kustannukset sekä tehdä päätös sen toteuttamisesta. Opinnäytetyössä on esitetty minimisuositus sähköisen seurantajärjestelmän sisällöstä, mikäli sen toteuttamiseen päädytään.

Lähteet

- 1 Vuorela Kari, Urpola Jussi, Kankainen Jouko. 2001. Johdatus rakentamistalouteen. Espoo: Otamedia Oy.
- 2 Lindholm Mika, Junnonen Juha-Matti. 2012. Infrahankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy.
- 3 Kankainen Jouko, Junnonen Juha-Matti. 1999. Tehtäväsuunnittelu ja – valvonta rakentamisessa. Ratu. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 4 Pelin Risto. 2011. Projektihallinnan käsikirja. Helsinki: Otava.
- 5 Ratu. 2012. Aikataulukirja 2013. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 6 Hartikainen Olli-Pekka. 2007. Maanrakennustekniikka. Helsinki: Otatieto.
- 7 Ratu. 2000. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 8 Ratu. 1999. Rakennushankkeen ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Päiväraporttipohja

TYÖMAA:		PÄIVÄRAPORTTI											VASTAAVA NESTARI:													
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
ALUSTAVAT TYÖT																										
PORAUSTYÖT																										
PANOSTUS - RÄJÄYT.																										
TUULETUS - ODOTUS																										
KUORMAUS - AJO																										
RUSNAUS																										
MITTAUS																										
VAH-	VERKOTUS - RAUD.																									
VIS-	PULTTAUS																									
TUS-	RUISKUBETONointi																									
TYÖT	INJEKTointi																									
VA-	ILMA + VESI																									
RUS-	TUULETUS																									
TELU-																										
TYÖT	SÄHKÖ																									
	KUORMAUS/KULJETUS																									
H	PORAUS																									
Ä	SÄHKÖ																									
I	PUMPUT																									
R																										
I																										
Ö																										
T																										
VUOROTYÖNJOHTAJA																										
HUOMAUTUKSIA:																										

Viikkoraporttipohja



TYÖMÄÄ: VUOKORAPORTTI/..... -/..... 20.....

[illegible]